資料３－２

総合資源エネルギー調査会 省エネルギー基準部会
三相誘導電動機判断基準小委員会
最終取りまとめ（案）

平成２５年６月２８日

経 済 産 業 省

三相誘導電動機判断基準小委員会では、三相誘導電動機の性能の向上に関する製造事業者又は輸入事業者（以下「製造事業者等」という。）の判断の基準等（対象となる三相誘導電動機の範囲、区分、目標年度、目標基準値、測定方法等）について審議を行い、以下のとおり中間取りまとめを行った。

１．対象とする範囲【別添１、別紙１、参考２参照】

今回対象とする三相誘導電動機は、日本工業規格 JIS C 4034-30「回転電気機械－第 30 部：単一速度三相かご形誘導電動機の効率クラス（IE コード)」で規定される三相誘導電動機の適用範囲を基に、次の①から⑦までの条件を全て満たすもの［機械（例えば、ポンプ、ファン及びコンプレッサ）に組み込まれ、機械から分離して試験ができないもの、インバータ駆動専用に作られたもの（基底周波数が 50Hz±5%又は 60Hz±5%のものは対象に含む）については除外］とする。

① 定格周波数又は基底周波数が、50Hz±5%のもの、60Hz±5%のもの又は50Hz±5%及び 60Hz±5%共用のもの
② 単一速度のもの
③ 定格電圧が 1,000Ｖ以下のもの
④ 定格出力が 0.75 kW 以上 375 kW 以下のもの
⑤ 極数が 2 極、4 極又は 6 極のもの
⑥ 使用の種類が以下の(ｱ)又は(ｲ)の条件に該当するもの
(ｱ) 電動機が熱的な平衡に達する時間以上に一定負荷で連続して運転する連続使用（記号：S1）のもの
(ｲ) 電動機が熱的平衡に達する時間より短く、かつ、一定な負荷の運転期間及び停止期間を一周期として、反復する使用（記号：S3）で、一周期の運転期間が 80%以上の負荷時間率をもつもの
⑦ 商用電源で駆動するもの

ただし、JIS C 4003「電気絶縁―熱的耐久性評価及び呼び方」に規定された耐熱クラス 180(H)、200(N)、220(R)及び 250 のもの、デルタスター始動方式のもの、船舶及び海洋構造物（浮体式石油生産・貯蔵・積出設備、石油プラットフォーム等）用に設計されたもの、液体中で使用される構造のもの、防爆形のもの、同期速度と回転子の回転速度との差の比率が、出力 0.75kW 以上、110kW 以下の場合は 5%以上、出力が 110kW を超え 375kW 以下の場合は 3%以上のもの（ハイスリップモータ）、ダム及び堰のゲート用に設計されたもの（ゲートモータ）、固定子又は回転子を金属材料で覆ったもの（キャンドモータ）、極低温環境下用のもの（周囲温度－２０℃未満で使用するために設計されたも

の）、インバータ駆動専用に作られたもののうち他力通風形のものは、対象範囲から除外する。

２．製造事業者等の判断の基準となるべき事項等

（１）目標年度【別添２参照】

目標年度は、２０１５年度（平成２７年度）とする。

（２）目標設定のための区分と目標基準値【別添３～４参照】

製造事業者等が目標年度に国内向けに出荷する三相誘導電動機について、（３）により測定したエネルギー消費効率［%］を、備考１から４について留意した上で、下表の区分毎に事業者毎の出荷台数で加重平均した値が目標基準値を下回らないようにすること。ただし、国内向けと海外向けの両方に対応した電圧・周波数を有する電動機については、国内向けに対応した電圧・周波数におけるエネルギー消費効率の値について適用する。

表１　三相誘導電動機の区分及び目標基準値

区分	定格周波数又は基底周波数	定格出力	目標基準値［%］
１	６０Hz	０．７５kW以上０．９２５kW未満	８５．５
２		０．９２５kW以上１．８５kW未満	８６．５
３		１．８５kW以上４．６kW未満	８９．５
４		４．６kW以上９．２５kW未満	９１．７
５		９．２５kW以上１３kW未満	９２．４
６		１３kW以上１６．７５kW未満	９３．０
７		１６．７５kW以上２６kW未満	９３．６
８		２６kW以上３３．５kW未満	９４．１
９		３３．５kW以上４１kW未満	９４．５
１０		４１kW以上５０kW未満	９５．０
１１		５０kW以上１００kW未満	９５．４
１２		１００kW以上１３０kW未満	９５．８
１３		１３０kW以上３７５kW以下	９６．２
１４	５０Hz	０．７５kW	８２．５
１５		１．１kW	８４．１
１６		１．５kW	８５．３
１７		２．２kW	８６．７

１８	５０Hz	３kW	８７．７
１９		４kW	８８．６
２０		５．５kW	８９．６
２１		７．５kW	９０．４
２２		１１kW	９１．４
２３		１５kW	９２．１
２４		１８．５kW	９２．６
２５		２２kW	９３．０
２６		３０kW	９３．６
２７		３７kW	９３．９
２８		４５kW	９４．２
２９		５５kW	９４．６
３０		７５kW	９５．０
３１		９０kW	９５．２
３２		１１０kW	９５．４
３３		１３２kW	９５．６
３４		１６０kW	９５．８
３５		２００～３７５kW	９６．０
３６		その他	備考２

備考１．測定して得られたエネルギー消費効率の値に、表２及び表３に掲げる係数 a～f をそれぞれ乗じ、小数点２桁目を四捨五入した数値で評価を行うものとする。

なお、表２に掲げる定格出力以外の出力の場合（６０Ｈｚ）、その出力の前後にある表２の定格出力間の中間点以上となるものについては、高い定格出力の係数 a～c を用いることとし、中間点未満となるものについては、低い定格出力の係数 a～c を用いることとする。

表２　６０Ｈｚにおける出力別係数

定格出力 [kW]	2極	4極	6極
	係数a	係数b	係数c
0.75	1.1104	1.0000	1.0364
1.1	1.0298	1.0000	0.9886
1.5	1.0117	1.0000	0.9774
2.2	1.0347	1.0000	1.0000
3.7	1.0113	1.0000	1.0000
5.5	1.0246	1.0000	1.0077
7.5	1.0166	1.0000	1.0077
11	1.0154	1.0000	1.0076
15	1.0220	1.0000	1.0142
18.5	1.0207	1.0000	1.0065
22	1.0207	1.0000	1.0065
30	1.0184	1.0000	1.0000
37	1.0161	1.0000	1.0043
45	1.0150	1.0000	1.0053
55	1.0192	1.0000	1.0095
75	1.0138	1.0000	1.0042
90	1.0042	1.0000	1.0042
110	1.0084	1.0000	1.0000
150	1.0084	1.0000	1.0042
185～375	1.0042	1.0000	1.0042

表３　５０Ｈｚにおける出力別係数

定格出力 [kW]	2極	4極	6極
	係数d	係数e	係数f
0.75	1.0223	1.0000	1.0456
1.1	1.0169	1.0000	1.0383
1.5	1.0131	1.0000	1.0339
2.2	1.0093	1.0000	1.0285
3	1.0069	1.0000	1.0245
4	1.0057	1.0000	1.0207
5.5	1.0045	1.0000	1.0182
7.5	1.0033	1.0000	1.0146
11	1.0022	1.0000	1.0122
15	1.0022	1.0000	1.0099
18.5	1.0022	1.0000	1.0098
22	1.0032	1.0000	1.0087
30	1.0032	1.0000	1.0075
37	1.0021	1.0000	1.0064
45	1.0021	1.0000	1.0053
55	1.0032	1.0000	1.0053
75	1.0032	1.0000	1.0042
90	1.0021	1.0000	1.0032
110	1.0021	1.0000	1.0032
132	1.0021	1.0000	1.0021
160	1.0021	1.0000	1.0021
200～375	1.0021	1.0000	1.0021

備考２．　表１に掲げる区分３６の目標基準値（η：%）は、次の式で算出された値とする。

$$\eta = A\times(\log_{10}(P_N/P_C))^3+B\times(\log_{10}(P_N/P_C))^2+C\times\log_{10}(P_N/P_C)+D$$

ここで、P_N [kW]：定格出力
P_C [kW]：１ [kW]（P_Nを無次元化するためのもの）
Ａ、Ｂ、Ｃ及びＤ：補間係数

A	B	C	D
0.0773	−1.8951	9.2984	83.7025

ただし、極数が２極及び６極のものについては、測定して得られたエネルギー消費効率の値に、２極であれば係数 g を、６極であれば係数 h を乗じて算出された値（小数点２桁目を四捨五入した数値）で評価を行うものとする。

$$係数g = \frac{A\times(\log_{10}(P_N/P_C))^3+B\times(\log_{10}(P_N/P_C))^2+C\times\log_{10}(P_N/P_C)+D}{A'\times(\log_{10}(P_N/P_C))^3+B'\times(\log_{10}(P_N/P_C))^2+C'\times\log_{10}(P_N/P_C)+D'}$$

ここで、P_N [kW]：定格出力
P_C [kW]：１ [kW]（P_Nを無次元化するためのもの）
Ａ’、Ｂ’、Ｃ’及びＤ’：補間係数

A’	B’	C’	D’
0.3569	−3.3076	11.6108	82.2503

$$係数h = \frac{A\times(\log_{10}(P_N/P_C))^3+B\times(\log_{10}(P_N/P_C))^2+C\times\log_{10}(P_N/P_C)+D}{A''\times(\log_{10}(P_N/P_C))^3+B''\times(\log_{10}(P_N/P_C))^2+C''\times\log_{10}(P_N/P_C)+D''}$$

ここで、P_N [kW]：定格出力
P_C [kW]：１ [kW]（P_Nを無次元化するためのもの）
Ａ”、Ｂ”、Ｃ”及びＤ”：補間係数

A″	B″	C″	D″
0.1252	−2.6130	11.9963	80.4769

備考３．３定格(６定格)を含み出荷する場合、200V/60Hz(400V/60Hz) については、測定して得られたエネルギー消費効率の値に、表４に掲げる係数ｉ～ｋをそれぞれ乗じ、小数点２桁目を四捨五入した数値で評価を行うものとする。

なお、３定格と６定格の定義は以下のとおり。

３定格：200V/50Hz、200V/60Hz、220V/60Hz、又は、
400V/50Hz、400V/60Hz、440V/60Hz

６定格：200V/50Hz、200V/60Hz、220V/60Hz、400V/50Hz、400V/60Hz、
440V/60Hz

表４　３定格（６定格）における定格出力別係数

定格出力 [kW]	2極	4極	6極
	係数i	係数j	係数k
0.75	1.1325	1.0130	1.0452
1.1	1.0485	1.0188	1.0023
1.5	1.0298	1.0188	0.9908
2.2	1.0468	1.0147	1.0170
3.7	1.0229	1.0147	1.0170
5.5	1.0362	1.0099	1.0246
7.5	1.0246	1.0099	1.0246
11	1.0244	1.0109	1.0221
15	1.0310	1.0142	1.0288
18.5	1.0286	1.0119	1.0207
22	1.0286	1.0119	1.0207
30	1.0262	1.0107	1.0107
37	1.0227	1.0107	1.0150
45	1.0215	1.0106	1.0128
55	1.0258	1.0032	1.0171
75	1.0192	1.0032	1.0117
90	1.0095	1.0032	1.0117
110	1.0138	1.0042	1.0074
150	1.0126	1.0042	1.0116
185～375	1.0084	1.0042	1.0116

備考４．事業者毎の出荷台数において、備考３に掲げる３定格（６定格）を含み出荷する場合は、それぞれの定格毎の台数を求めるために、表５に掲げる台数比率を用いるものとする。算出にあたっては、小数点以下１桁目を四捨五入して整数値とし、端数の台数調整が生じる場合は、台数比率の最も高い定格での調整を行うこととする。

表５　３定格（６定格）における各電圧・周波数の台数比率

定格電圧	200V		220V
定格周波数	50Hz	60Hz	
台数比率	50%	30%	20%

定格電圧	400V		440V
定格周波数	50Hz	60Hz	
台数比率	50%	30%	20%

定格電圧	200V		220V	400V		440V
定格周波数	50Hz	60Hz		50Hz	60Hz	
台数比率	40%	25%	10%	10%	5%	10%

（３）エネルギー消費効率の測定方法【別添５、別紙２参照】

三相誘導電動機のエネルギー消費効率は、入力［W］に対する出力（入力から全損失（※）を差し引いたもの）［W］の比（%）として、JIS C 4034-2-1に規定する方法（不確かさ“低”の試験方法）により測定し、以下の式で算定することとする。

効率［%］＝（入力［W］－全損失［W］）／入力［W］×１００

※全損失は、固定損、負荷損（負荷試験による負荷損の算定方法）及び漂遊負荷損（トルク測定を行う負荷試験による漂遊負荷損の算定方法）の和として求める。

（４）表示事項等

① 表示事項

以下のイ）～リ）の項目を表示事項とする。

イ）品名
ロ）定格出力（ｋW）
ハ）極数
ニ）定格電圧（Ｖ）
ホ）定格周波数又は基底周波数（Ｈｚ）
ヘ）使用の種類（S1 又は S3（負荷時間率 80%以上））
ト）エネルギー消費効率（%：定格電圧・周波数における定格効率）
チ）効率クラス（ＩＥコード）
リ）製造事業者等の氏名又は名称

② 遵守事項

１）エネルギー消費効率［%］は、小数点以下１桁までの数値を表示すること。
２）①チの効率クラス（ＩＥコード）は、定格電圧・周波数毎に記載すること。ただし、各定格電圧・周波数での効率クラス（ＩＥコード）が全て共通している場合にあっては、１種類の記載とすることもできる。
３）①に掲げる表示事項の表示は、三相誘導電動機本体の見やすい箇所に容易に消えない方法で記載して行うこと。また、性能に関する表示のあるカタログ又は機器の選定にあたり製造事業者等により提示される資料の見やすい箇所にも容易に消えない方法で記載して行うこと。

３．省エネルギーに向けた提言等

（１）政府の取組

政府は、エネルギー消費効率の優れた三相誘導電動機の普及を図る観点から、使用者（三相誘導電動機単体及び三相誘導電動機が組み込まれた機械を購入する者）及び製造・輸入事業者の取組を促進すべく、普及啓発等の必要な措置を講ずるよう努めること。

（２）三相誘導電動機の製造・輸入事業者の取組

①三相誘導電動機の省エネルギー化のための技術開発を促進し、エネルギー消費効率の優れた製品の開発・輸入に努めること。

②エネルギー消費効率の優れた三相誘導電動機の普及を図る観点から、対象機器のカタログや取扱説明書のほかにも、使用者の製品の選定にあたり、製造事業者等が提示する資料の見やすい箇所にエネルギー消費効率を記載したり、高効率品へ交換することの効果や使用上の注意点等を示したりすることで、購入者が省エネ性能の優れた三相誘導電動機を選択できるよう適切な情報の提供に努めること。

（３）三相誘導電動機が組み込まれた機械の製造・輸入事業者の取組

①エネルギー消費効率の優れた三相誘導電動機を組み込んだ機械の製造・輸入に努めること。

②エネルギー消費効率の優れた三相誘導電動機が組み込まれた機械の普及を図る観点から、対象機械のカタログや取扱説明書のほかにも、使用者の機械の選定にあたり製造事業者等が提示する資料の見やすい箇所に三相誘導電動機のエネルギー消費効率についても記載するなど、購入者が省エネ性能の優れた三相誘導電動機が組み込まれた機械を選択できるよう適切な情報の提供に努めること。

（４）使用者の取組

「三相誘導電動機単体」又は「三相誘導電動機が組み込まれた機械」の購入の際には、エネルギー消費効率の優れた三相誘導電動機又はそれが組み込まれた機械の選択に努めるとともに、その使用にあたっては、適切且つ効率的な使用により省エネルギーを図るよう努めること。

別添　1

対象とする三相誘導電動機の範囲について

1．基本的な考え方

本判断の基準等が適用される範囲は、日本標準商品分類（平成 2 年 6 月改定）の「標準三相誘導電動機（分類コード：301223)」及び「非標準三相誘導電動機(70W 以上)(分類コード:301224)」のうち、日本工業規格 JIS C 4034-30「回転電気機械－第 30 部：単一速度三相かご形誘導電動機の効率クラス（IE コード)」で規定される三相誘導電動機（以下、モータ）の適用範囲を基に、以下のとおりとする。

次の条件を全て満たす三相かご形誘導電動機[※1]

①定格周波数又は基底周波数(1)が、50Hz±5%のもの、60Hz±5%のもの又は 50Hz±5%及び 60Hz±5%共用のもの(2)

②単一速度のもの(3)

③定格電圧が 1,000Ｖ以下のもの(4)

④定格出力が 0.75 kW 以上 375 kW 以下のもの

⑤極数が 2 極、4 極又は 6 極のもの

⑥使用の種類が以下の(ｱ)又は(ｲ)の条件に該当するもの

(ｱ) 電動機が熱的な平衡に達する時間以上に一定負荷で連続して運転する連続使用（記号：S1）のもの

(ｲ) 電動機が熱的平衡に達する時間より短く、かつ、一定な負荷の運転期間及び停止期間を一周期として、反復する使用（記号：S3）で、一周期の運転期間が 80%以上の負荷時間率をもつもの

⑦商用電源で駆動するもの

ただし、以下のものは除く。

(A) 機械（例えば、ポンプ、ファン及びコンプレッサ）に組み込まれ、機械から分離して試験ができないもの。

(B) インバータ駆動専用(5)に作られたもの[※2]。

[※1] 特殊なフランジ、脚及び軸を用いたものであっても適用範囲に含む。

[※2] 基底周波数が 50Hz±5%又は 60Hz±5%のものについては適用範囲に含む。

---

(1) 基底周波数は、モータが定格トルクを連続で発生できる最高の定格周波数をいう。

(2) 定格周波数又は基底周波数を複数有するものは、該当する定格周波数又は基底周波数を１つ以上有するものをいう。

(3) 極数切換ができないもの。

(4) 定格電圧を複数有するものは、該当する定格電圧を１つ以上有するものをいう。

(5)インバータ駆動専用とは、商用電源等にて運転できないものをいう。

２．対象範囲の適用除外について

対象とする三相誘導電動機のうち、以下のものについては適用除外とする。

なお、適用除外にあたっての考え方として、①特殊な用途に使用されるもの、②技術的な測定方法、評価方法が確立していないもの、③市場での使用割合が極度に小さいものについては、適用範囲から除外することとしている。

（１） JIS C 4003「電気絶縁―熱的耐久性評価及び呼び方」に規定された耐熱クラス180(H)、200(N)、220(R)及び250のもの

電気炉等の高温条件下で用いられるものであるが、①特殊な用途に使用されるものであり、③市場の使用割合が極度に小さいことから、対象外とする。

※出荷台数（２００８年度）：１，３０４台（出荷台数比率：０．０３％）
出荷台数（２００９年度）：１，０２２台（出荷台数比率：０．０６％）

参考：JIS C 4003 (2010)の抜粋

5 耐熱クラス

電気機器の温度は，多くの場合，電気絶縁システム中の電気絶縁材料の劣化に影響する主要な因子である。このことから，基本的な耐熱クラスは有用であり国際的にも認められてきた。電気絶縁システムの耐熱クラスが指定された場合，それは電気絶縁材料の組合せが適切な場合における推奨最高連続使用温度(℃)を意味する。

電気絶縁システムの耐熱クラスは，使用経験又は4.5に従った機能試験の結果に基づいて指定する。この電気絶縁システムの耐熱クラスは，電気絶縁システムの実績熱的耐久性指数又は電気絶縁システムの相対熱的耐久性指数に基づいて指定する。

電気絶縁材料の耐熱クラスが，使用経験又は4.4に従った試験の結果に基づいて，ある電気絶縁材料に適用された場合でも，その電気絶縁材料の耐熱クラスを，電気絶縁システムの耐熱クラスに使用するのに適することを意味しないし，また，その電気絶縁材料が部分をなしている電気絶縁システムの耐熱クラスが，その電気絶縁材料の耐熱クラスと等しいことを自動的に意味するものではない。

耐熱クラスの呼び方を，表1に示す。

表1―耐熱クラスの呼び方

実績熱的耐久性指数又は相対熱的耐久性指数 ℃		耐熱クラス ℃	指定文字 [a]
≧90	<105	90	Y
≧105	<120	105	A
≧120	<130	120	E
≧130	<155	130	B
≧155	<180	155	F
≧180	<200	180	H
≧200	<220	200	N
≧220	<250	220	R
≧250 [b]	<275	250	―

注 [a] 必要がある場合，指定文字は，例えば，クラス180 (H) のように括弧を付けて表示することができる。スペースが狭い銘板のような場合，個別製品規格には，指定文字だけを用いてもよい。

[b] 250を超える耐熱クラスは，25ずつの区切りで増加し，それに応じて指定する。

（２） デルタスター始動方式のもの[6]

始動時に過大なトルクを必要とする織機に用いられるものであるが、①特殊な用途に使用されるものであり、③市場の使用割合が極度に小さいことから、対象外とする。

※出荷台数（２００８年度）：２，５１８台（出荷台数比率：０．０６％）
　出荷台数（２００９年度）：１，９１０台（出荷台数比率：０．１１％）

（３） 船舶及び海洋構造物（浮体式石油生産・貯蔵・積出設備、石油プラットフォーム等）用に設計されたもの

船舶で使用される、ポンプ、空調用ファン、荷揚げ用のクレーン等の補機動力用や推進用モータ等に用いられるものであるが、振動、耐塩、耐湿等に配慮した特殊な構造であり、③市場の使用割合が極度に小さいことから、対象外とする。

※出荷台数（２００８年度）：１７，０００台（出荷台数比率：０．３８％）
　出荷台数（２００９年度）：１３，５８４台（出荷台数比率：０．８１％）

（４） 液体中で使用される構造のもの

水中ポンプ、防災用ポンプ、下水処理場で使用される除塵機等に用いられるものであるが、①特殊な用途に使用され、②技術的な測定方法、評価方法が確立していないものであり、③市場の使用割合が極度に小さいことから、対象外とする。

※出荷台数（２００８年度）：４５，２６４台（出荷台数比率：１．０２％）
　出荷台数（２００９年度）：４４，３５５台（出荷台数比率：２．６４％）

（５） 防爆形のもの

石油精製プラント等の爆発性雰囲気中で使用されるモータに用いられるものであるが、①特殊な用途に使用されるものであり、③市場の使用割合が極度に小さいことから、対象外とする。

※出荷台数（２００８年度）：３３，８５５台（出荷台数比率：０．７６％）
　出荷台数（２００９年度）：２６，５５８台（出荷台数比率：１．５８％）

---

[6] 織物を均質に織り上げるには、織機を瞬時に始動し所定の回転速度に立ち上げる必要があるため、始動電流の抑制を目的としたスターデルタ始動方式とは逆のデルタ始動－スター運転接続とし、始動時のトルクを定格時の 1000%以上出るよう設計されたモータが使用される。

（６） 同期速度と回転子の回転速度との差の比率が以下の条件に該当するもの（ハイスリップモータ）

㈠ 出力が０．７５ｋＷ以上、１１０ｋＷ以下の場合：５%以上

㈡ 出力が１１０ｋＷを超え、３７５ｋＷ以下の場合：３%以上

大きなトルクが必要である破砕機等に用いられるものであるが、①特殊な用途に使用されるものであり、③市場の使用割合が極度に小さいことから、対象外とする。

※出荷台数（２００８年度）：５，８１８台（出荷台数比率：０．１３%）
出荷台数（２００９年度）：３，０２０台（出荷台数比率：０．１８%）

（７） ダム及び堰のゲート用に設計されたもの（ゲートモータ）

ダムや堰のゲートの開閉駆動用モータ等に用いられるものであるが、①特殊な用途に使用されるものであり、③市場の使用割合が極度に小さいことから、対象外とする。

※出荷台数（２００８年度）：１６０台（出荷台数比率：０．００４%）
出荷台数（２００９年度）：１３７台（出荷台数比率：０．０１%）

（８） 固定子又は回転子を金属材料で覆ったもの（キャンドモータ）

高い気密性を必要とする真空ポンプ等に用いられるものであるが、①特殊な用途に使用されるものであり、③市場の使用割合が極度に小さいことから、対象外とする。

※出荷台数（２００８年度）：２２台（出荷台数比率：０．０００５%）
出荷台数（２００９年度）：２５台（出荷台数比率：０．００１%）

（９） 極低温環境下用のもの

周囲温度－２０℃未満の極低温環境下で使用するために設計されたものは、ベアリングのグリース、絶縁材料の性能劣化の問題が発生するため、スペースヒータ付のように特殊構造になる。

これらは、①特殊な用途に使用され、②技術的な測定方法、評価方法が確立していないことから、対象外とする。

（１０）インバータ駆動専用に作られたもののうち、他力通風形のもの

コンベアやリフト等、必要とするトルクが一定の定トルク特性の負荷に対して用いられるもので、定格運転時と同じトルクを低速運転時にもモータが出力すると、モータの冷却ファンからの風量が低下してモータの過熱を招くため、別電源で冷却ファンをまわして冷却するもの。

これらは、②技術的な測定方法、評価方法が確立していないものであり、③市場の使用割合が極度に小さいことから、対象外とする。

※出荷台数（２００８年度）：２５，６１１台（出荷台数比率：０．５８％）
　出荷台数（２００９年度）：２０，５２８台（出荷台数比率：１．２２％）

上記（１）～（１０）を合計すると、出荷台数ベースで全体の３．０％程度（２００８年度）、６．６％程度（２００９年度）となる。

※出荷台数は、一般社団法人日本電機工業会の自主統計実績から引用。

なお、我が国における燃料資源の有効な利用の確保を目的とする法の趣旨に鑑み、（海外に出荷する三相誘導電動機は対象外となるが）国内に出荷する三相誘導電動機であっても、輸出向けの機械（例：ポンプ、ファン、コンプレッサ等）に組み込み、海外へ出荷するもの（三相誘導電動機に海外用の電圧／周波数を銘板等で表示し、海外向けであることが発注書や海外の認定マーク等で確認できるもの）については、対象外とする。

別添　２

三相誘導電動機の目標年度等

１．目標年度について

目標年度は、三相誘導電動機の要素技術開発期間、製品開発期間及びその後の普及状況等を考慮して基準年度２０１０年度から５年を経た時期として、２０１５年度とすることが適当である。

また、三相誘導電動機は、ＩＥＣ（International Electrotechnical Commission：国際電気標準会議）[1]において統一的な効率クラス（ＩＥ１：標準効率、ＩＥ２：高効率、ＩＥ３：プレミアム効率）が規定されており、それをベースに各国で規制が導入され[2]、世界のマーケットで取り引きされている。今後、欧州において、２０１５年度に三相誘導電動機の規制がＩＥ３に引き上げられることを受け、２０１５年度が、三相誘導電動機の高効率化の動きが一気に加速する時期と想定される。その点からも、日本の製造事業者が、国内市場のみならず、海外市場に対しても競争力を維持したまま、製品の移行や設備投資を行っていくことができるよう、欧州の切り替え時期にも合致した２０１５年度が 適当である。

２．目標年度における改善効果

目標年度におけるエネルギー消費効率［%］の改善率は、２０１０年度の出荷台数及び区分毎の構成に変化がないとの前提で、現在の目標基準値に対して約７．４%になることが見込まれる。

＜試算の概要＞

（１）基準年度（２０１０年度）に出荷された三相誘導電動機の実績値から出荷台数で加重平均した１台あたりのエネルギー消費効率［%］：
約８１．１［%／台］

（２）目標年度（２０１５年度）に出荷されると見込まれる三相誘導電動機の目標基準値から出荷台数で加重平均した１台あたりのエネルギー消費効率［%］：約８７．１［%／台］

---

[1] ＩＥＣは、ＩＥＣ６００３４－３０：２００８をいう。（以下、同じ。）

[2] アメリカでは、１９９７年から高効率モータに関する規制が始められており、２０１０年以降、ＩＥ２からＩＥ３に規制レベルアップとＩＥ２規制範囲対象が拡大されている。欧州でも２０１１年からＩＥ２による規制が始められており、２０１５年からはＩＥ３に対象が拡大される。

（３）エネルギー消費効率の改善率：

$$\frac{８７．１［\%/台］－８１．１［\%/台］}{８１．１［\%/台］}×１００＝約７．４［\%］$$

別添　３

三相誘導電動機の目標設定のための区分について

1．基本的な考え方

三相誘導電動機の区分については、「特定機器に係る性能向上に関する製造事業者等の判断基準の策定・改定に関する基本的考え方について」（第１０回総合資源エネルギー調査会省エネルギー基準部会　平成１９年６月１８日改定）の原則（以下、「原則」という。）に基づき、区分することとする。

「特定機器に係る性能向上に関する製造事業者等の判断基準の策定・改定に関する基本的考え方について」～抜粋～

原則２．特定機器はある指標に基づき区分を設定することになるが、その指標（基本指標）は、エネルギー消費効率との関係の深い物理量、機能等の指標とし、消費者が製品を選択する際に基準とするもの（消費者ニーズの代表性を有するもの）等を勘案して定める。

原則３．目標基準値は、同一のエネルギー消費効率を目指すことが可能かつ適切な基本指標の区分ごとに、１つの数値又は関係式により定める。

原則４．区分設定にあたり、付加的機能は、原則捨象する。ただし、ある付加的機能の無い製品のエネルギー消費効率を目標基準として設定した場合、その機能を有する製品が市場ニーズが高いと考えられるにもかかわらず、目標基準値を満たせなくなることにより、市場から撤退する蓋然性が高い場合には、別の区分（シート）とすることができる。

原則５．高度な省エネ技術を用いているが故に、高額かつ高エネルギー消費効率である機器については、区分を分けることも考え得るが、製造事業者等が積極的にエネルギー消費効率の優れた製品の販売を行えるよう、可能な限り同一の区分として扱うことが望ましい。

原則６．1つの区分の目標基準値の設定に当たり、特殊品は除外する。ただし、技術開発等による効率改善分を検討する際に、除外された特殊品の技術の利用可能性も含めて検討する。

２．具体的な区分方法

三相誘導電動機の区分については、周波数、定格出力によって特性が異なり、それらがエネルギー消費効率［%］に影響を与えるため、以下のとおり区分する。

（１）周波数による区分

日本の周波数は、東日本が５０Ｈｚ、西日本が６０Ｈｚに分かれている。

三相誘導電動機は、周波数に比例したスピードで回転するため、５０Ｈｚで使用する三相誘導電動機と６０Ｈｚで使用する三相誘導電動機の回転するスピード（回転速度）は異なる。

また、出力Ｐ［W］は、電動機がトルク［Ｎm］で１秒間にｎ回転しているとき、

Ｐ［W］＝２・π・ｎ・Ｔ

として計算されるため、例えば、回転速度 n が異なった電動機で、同じ出力を出そうとした場合、トルクも異なる（表１参照）。

以上を踏まえ、周波数によって区分設定を行う。

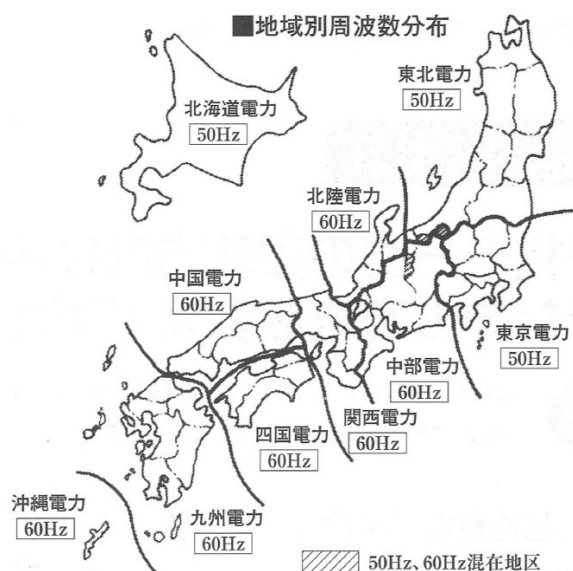



表１：３７ｋW　４極の三相誘導電動機の例

電源周波数［Hz］		５０	６０
スピード［min^{-1}］	同期速度	１５００	１８００
トルク［Nm］	定格トルク	２４２	２０１

（２）定格出力による区分

三相誘導電動機は、電気エネルギーを機械エネルギーに変換する装置であり、機械を動かすのに必要なエネルギーの指標として、三相誘導電動機の定格出力［ｋW］は、ユーザーが三相誘導電動機を選択する際の基本指標である。

三相誘導電動機は、ポンプ、送風機、圧縮機等の機械装置に組み込まれて使用される機械であるため、現行品との互換性のとれた体格にすることが求められる。その結果、材料の使用量や冷却等の改善内容に限度が生じ、効率の改善にも出力毎で限界が生じる。

以上を踏まえ、定格出力によって区分設定を行う。

３．区分のまとめ

１．及び２．の考え方に基づき、目標設定のための区分を表２のとおりとする。

表２：三相誘導電動機の区分

区分	周波数（定格周波数又は基底周波数	定格出力
１	６０Hz	０．７５kW以上０．９２５kW未満
２		０．９２５kW以上１．８５kW未満
３		１．８５kW以上４．６kW未満
４		４．６kW以上９．２５kW未満
５		９．２５kW以上１３kW未満
６		１３kW以上１６．７５kW未満
７		１６．７５kW以上２６kW未満
８		２６kW以上３３．５kW未満
９		３３．５kW以上４１kW未満
１０		４１kW以上５０kW未満
１１		５０kW以上１００kW未満
１２		１００kW以上１３０kW未満
１３		１３０kW以上３７５kW以下
１４	５０Hz	０．７５kW
１５		１．１kW
１６		１．５kW
１７		２．２kW
１８		３kW
１９		４kW
２０		５．５kW
２１		７．５kW
２２		１１kW
２３		１５kW
２４		１８．５kW
２５		２２kW
２６		３０kW
２７		３７kW
２８		４５kW
２９		５５kW

３０	５０Hz	７５kW
３１		９０kW
３２		１１０kW
３３		１３２kW
３４		１６０kW
３５		２００～３７５kW
３６		その他

４．区分の補足

周波数及び定格出力で区分する方法は、ＩＥＣやＪＩＳとも整合を図っている（※ＩＥＣやＪＩＳではさらに極数での区分を行っているが、今回極数による区分を行わなかった点については別添４の４．に示す。）。

そのＩＥＣやＪＩＳでは、いずれも、各定格出力毎に区分を設定し、そこで規定する以外の定格出力における効率値については、以下のとおり、６０Ｈｚ・５０Ｈｚでそれぞれ異なる取り扱いを行っている。

具体的には、６０Ｈｚでは、ＩＥＣやＪＩＳで規定する以外の定格出力の効率値が、その前後にある定格出力間の中間点以上か未満かで決まり、ある１点の定格出力から次の定格出力までの中間点までは一定の効率値を有する設定となっている。

※例えば､規定する以外の定格出力が０．７５ｋＷと１．１ｋＷの間にある場合､０．７５ｋＷ以上０．９２５ｋＷ（０．７５ｋＷと１．１ｋＷの中間点）未満で一定の効率値を有する設定となっている。

一方、５０Ｈｚでは、ＩＥＣやＪＩＳで規定する以外の定格出力の効率値が、式に代入することによって一義的に決まり、出力毎に異なっている。

以上の性質を考慮し、６０Ｈｚでは定格出力に幅を持たせた区分として設定し、５０Ｈｚでは、各定格出力毎の区分を設け、その区分に属さないものについては、その他として新たな区分を設定した。

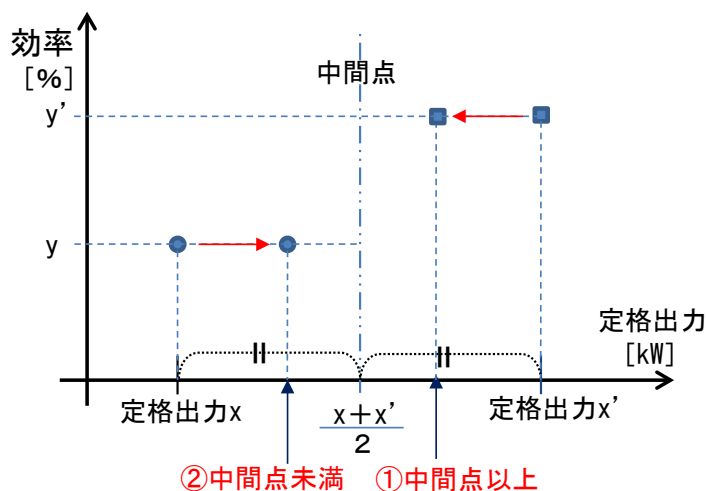
【参考　ＪＩＳ　Ｃ　４０３４－３０：２０１１】

６０Ｈｚ　５．４．１．２（抜粋）

規定する以外の定格出力値の６０Ｈｚの公称効率値は、次のように決定する。

－　二つの連続した出力定格間において、中間点以上の定格出力の公称効率は、二つの公称効率の高い方とする。

－　二つの連続した出力定格間において、中間点未満の定格出力の公称効率は、二つの公称効率の低い方とする。

６０Ｈｚでのイメージ図

【参考　ＪＩＳ Ｃ ４０３４－３０：２０１１】

５０Ｈｚ　５．４．１．１（抜粋）

規定する以外の定格出力値（P_N）の公称効率値は、式（１）を適用して計算する。

η (効率)=A×(log$_{10}$(P_N/P_C))^3＋B×(log$_{10}$(P_N/P_C))^2＋C×log$_{10}$(P_N/P_C)＋D・・・(1)

ここに、A、B、C及びD：補間係数　P_C [kW]：1 [kW]

IEｺｰﾄﾞ	補間係数	2極	4極	6極
IE3	A	0.3569	0.0773	0.1252
	B	-3.3076	-1.8951	-2.6130
	C	11.6108	9.2984	11.9963
	D	82.2503	83.7025	80.4769

別添　４

三相誘導電動機の目標基準値について

１．基本的な考え方

目標基準値の設定にあたっては、トップランナー方式の考え方に基づき、目標基準値を設定する。

具体的な考え方は、以下のとおり。

① 目標基準値は、適切に定められた区分ごとに設定する。

② 将来の技術進歩による効率の改善が見込めるものについては、極力その改善を見込んだ目標基準値とする。

③ 目標基準値は区分間で矛盾がないものとする。

２．エネルギー消費効率向上のための具体的な技術

三相誘導電動機の効率向上には、電気エネルギーを機械エネルギーに変換する際に発生する損失をいかに低減させていくかが重要である。

発生損失は、固定損（鉄損及び機械損）、負荷損（一次銅損及び二次銅損）、漂遊負荷損に大別され、それらは密に関係し合うため、各損失をバランス良く低減させていくことが必要となる。低減に向けた具体的な事例としては、以下のとおり。

（ａ）電磁鋼板の材料改善

鉄心を構成している電磁鋼板を、鉄損［W/kg］が少ない種類のものに改善する。

（ｂ）固定子側及び回転子側での改善

（ａ）によって、鉄損の低減は可能となるが、逆に磁束密度が低下し、電動機内部の磁束が減少し、それを補う形で電流が増え、銅損や漂遊負荷損等の増加につながるため、固定子側及び回転子側の改善も必要となる。

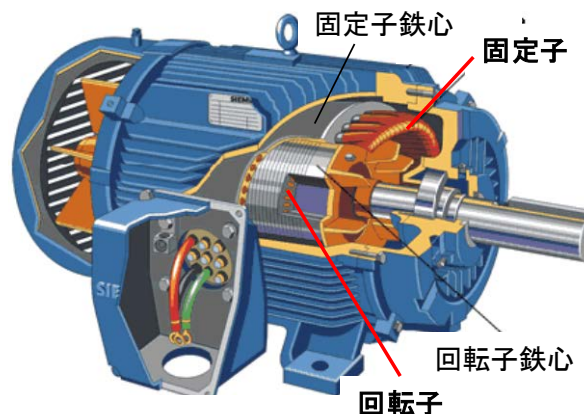



図１：三相誘導電動機の構造図

固定子側での改善例

・導体断面積の増加：導体（コイル）をより多く納められるよう鉄心の形状を変える等
・巻線端長さの短縮：巻線成形寸法を短縮し抵抗を小さくする等
・巻線占有率の向上：鉄心スロット内のコイル量を増やす等

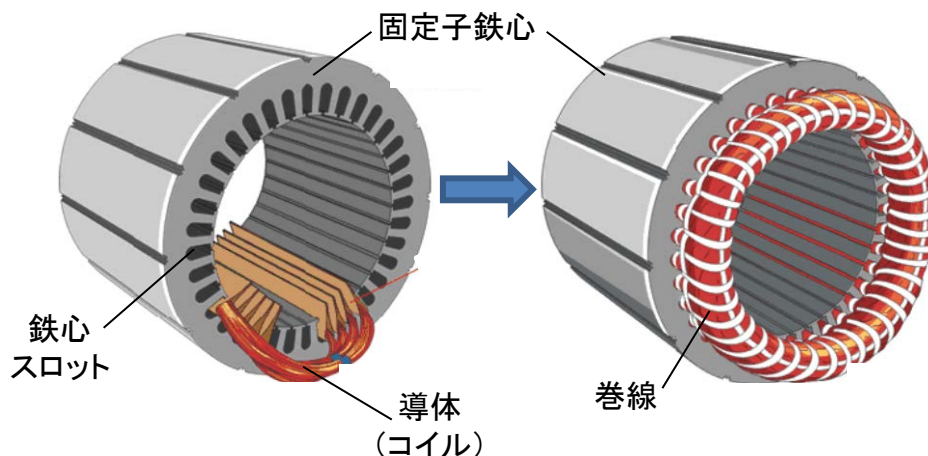



図２：固定子の構造図

回転子側での改善例

・導体断面積の増加：導体（かご部）の占有率を上げるよう鉄心の形状を変える、かご部のアルミの充填率を上げる等
・回転子の溝絶縁処理、熱処理： 導体と鉄心間の絶縁性を高める等

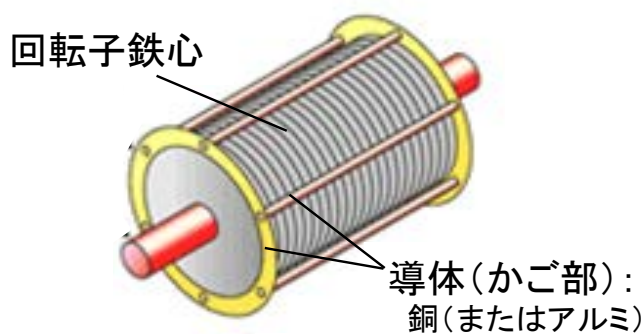



図３：回転子の構造図

３．具体的な目標基準値

三相誘導電動機の区分に従い、基準年度：２０１０年度における各定格出力［ｋＷ］のエネルギー消費効率［%］の実測値（一般社団法人日本電機工業会の会員企業７社がJIS C 4034-2-1 に規定する不確かさ“低”の試験方法に基づき測定した値 ）からトップランナー値を求め、目標基準値の検討を行

った。
　我が国の現状としては、ＩＥ１が主流となっており、高効率の製品は極めて少ない（参考１：三相誘導電動機の現状について（第１回委員会説明資料））。
　ここで、ＩＥ１～ＩＥ３及びトップランナー値を図に示すと、図４～図９のとおりであった。また、これらの結果を、ＩＥ１、ＩＥ２及びＩＥ３の効率値の比を用い、４極をベースとしてまとめると（２極を４極に換算、６極を４極に換算すると）、図４～図６は図１０に、図７～図９は図１１に集約された。
　以上の結果と２．の技術的な改善を踏まえ、各国が三相誘導電動機に対して行う規制の中で、最も高い 効率クラス（ＩＥ３）を目標基準値として設定することとした （表１のとおり。備考１～備考４については、４．に詳細を示す）。
　この結果、６０Ｈｚでは、トップランナー値から０．６％（ＩＥ１から６．２％）、５０Ｈｚでは、トップランナー値から０．８％（ＩＥ１から８．８％）の改善率が見込まれる。

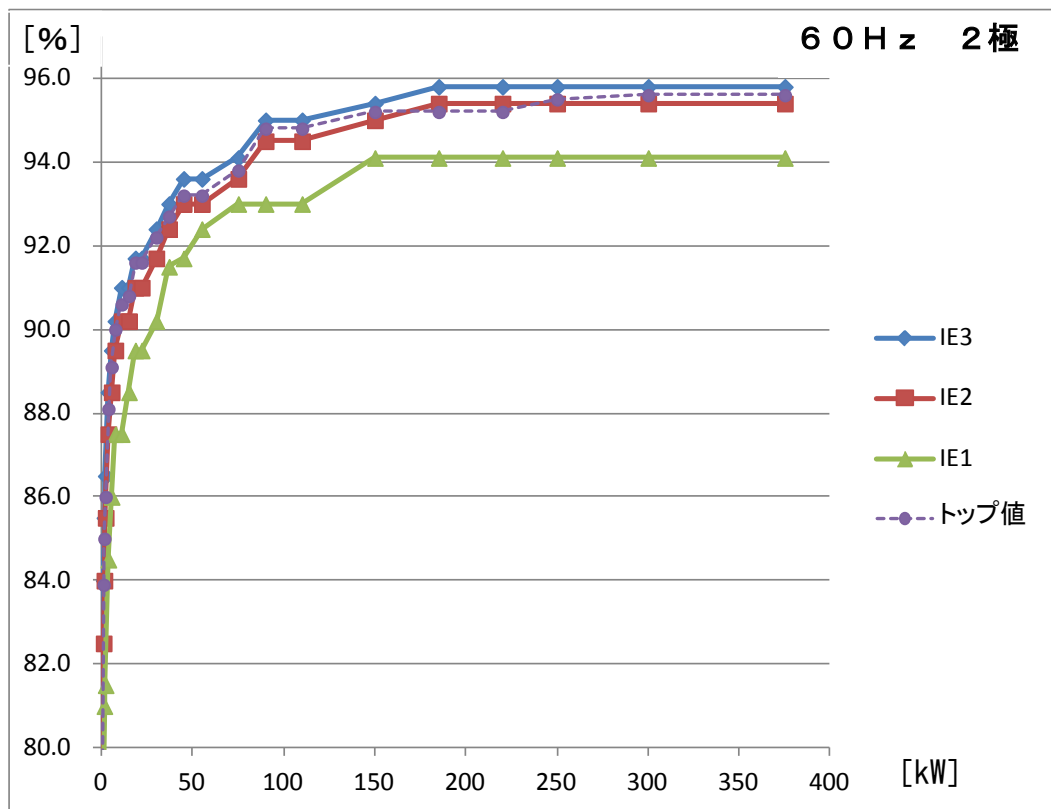



図４：６０Ｈｚ（２極）での定格出力に対するエネルギー消費効率

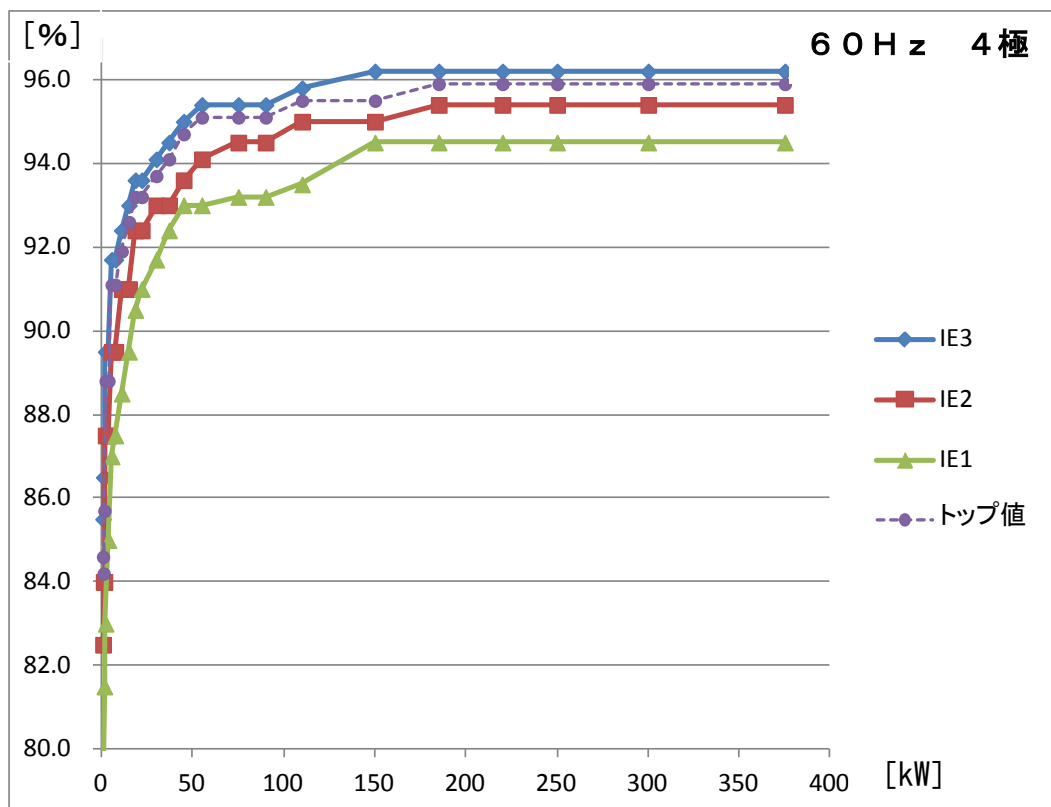



図５：６０Ｈｚ（４極）での定格出力に対するエネルギー消費効率

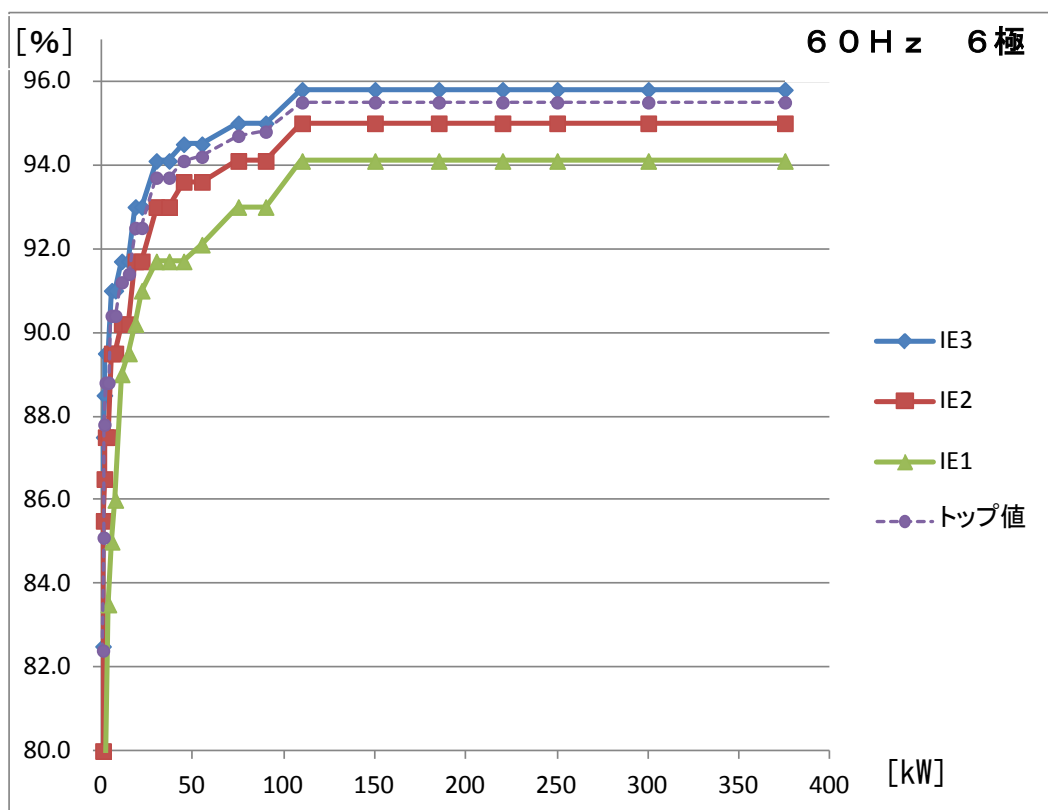



図６：６０Ｈｚ（６極）での定格出力に対するエネルギー消費効率

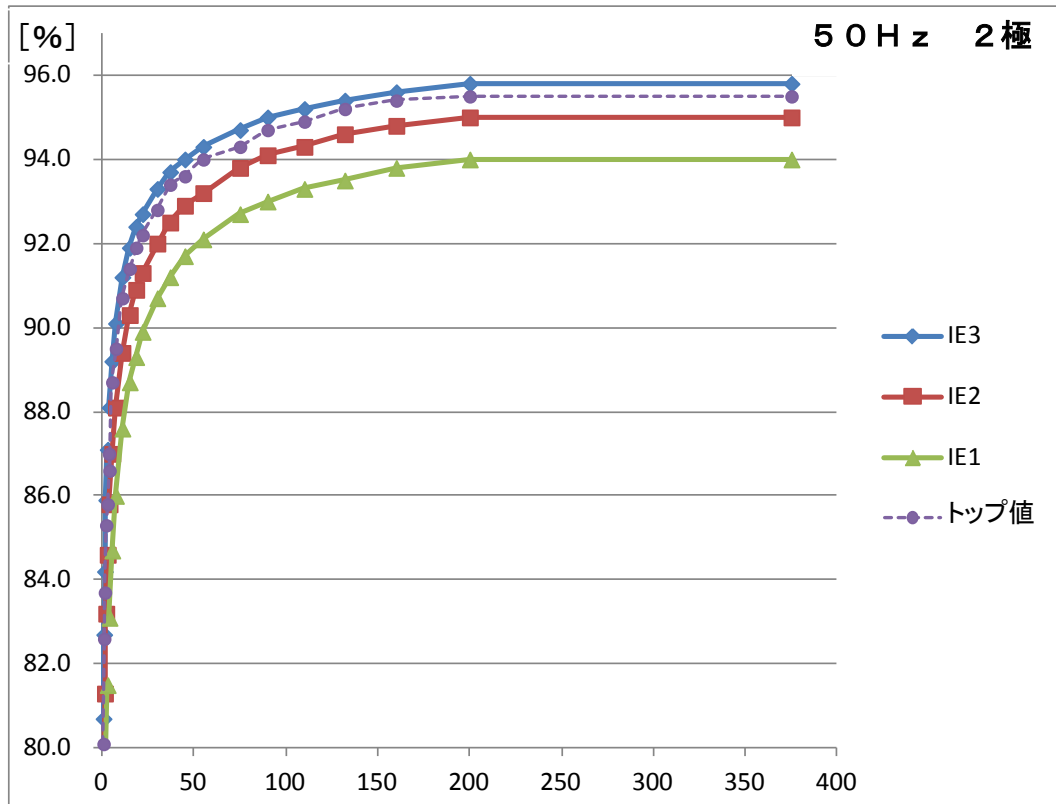



図７：５０Ｈｚ（２極）での定格出力に対するエネルギー消費効率

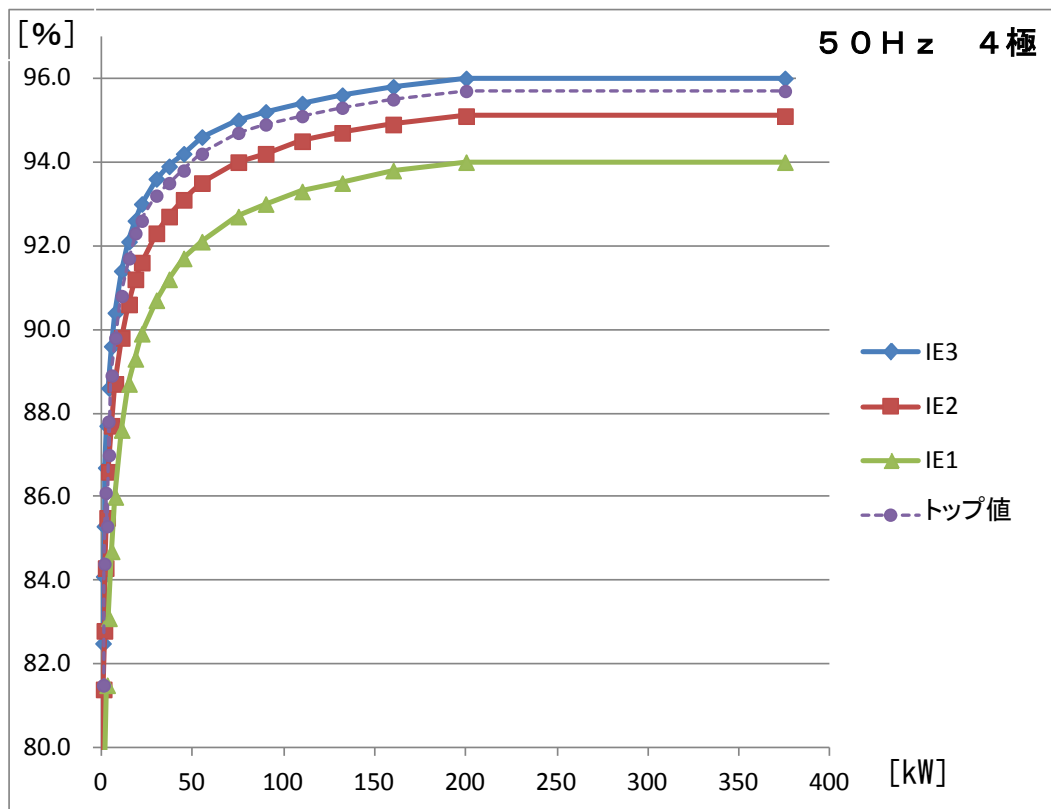



図８：５０Ｈｚ（４極）での定格出力に対するエネルギー消費効率

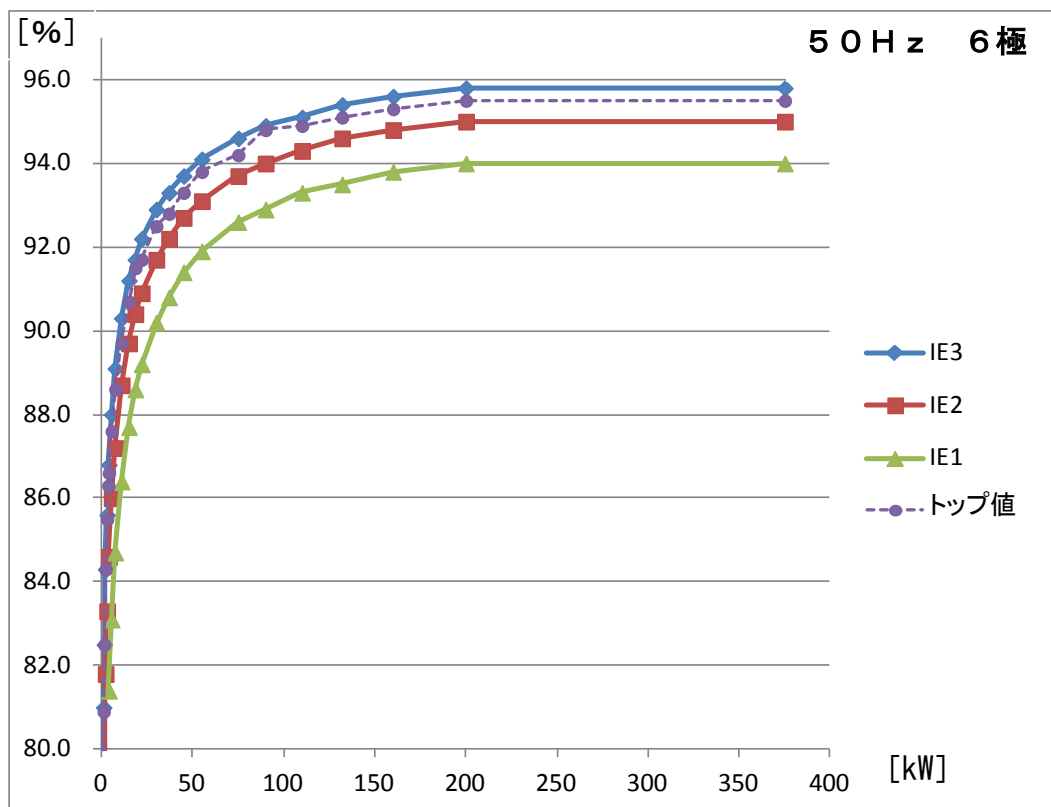



図９：５０Ｈｚ（６極）での定格出力に対するエネルギー消費効率

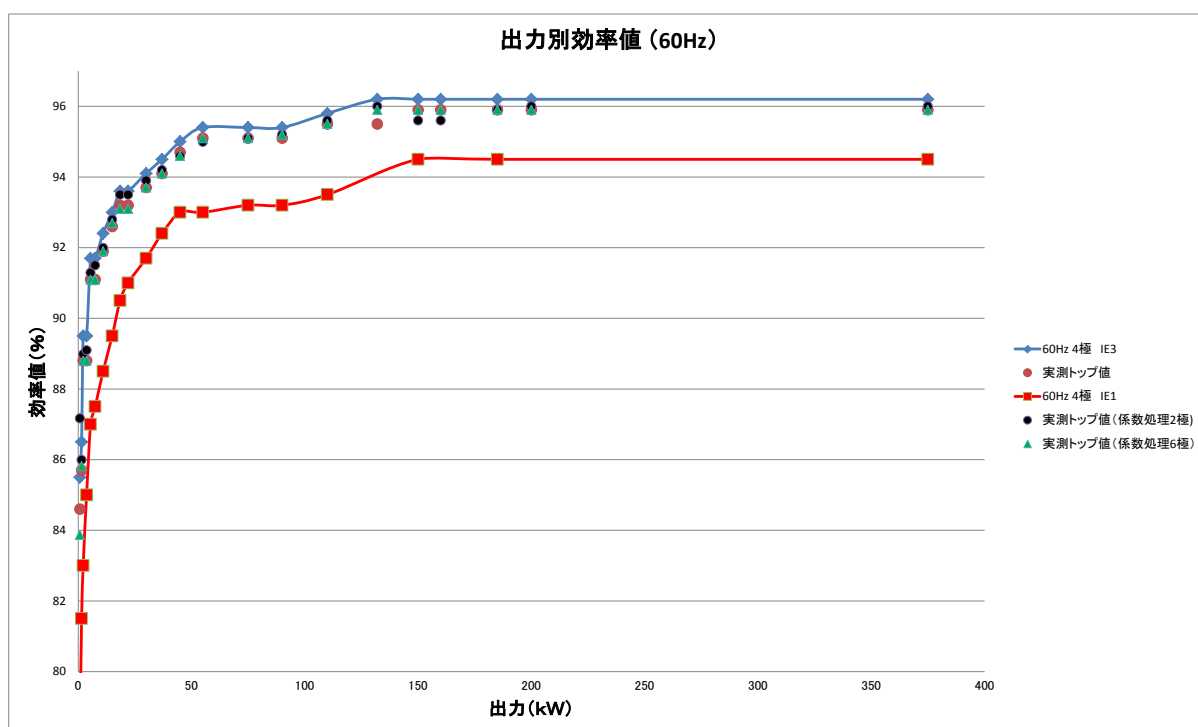



図１０：６０Ｈｚでの定格出力に対する エネルギー消費効率

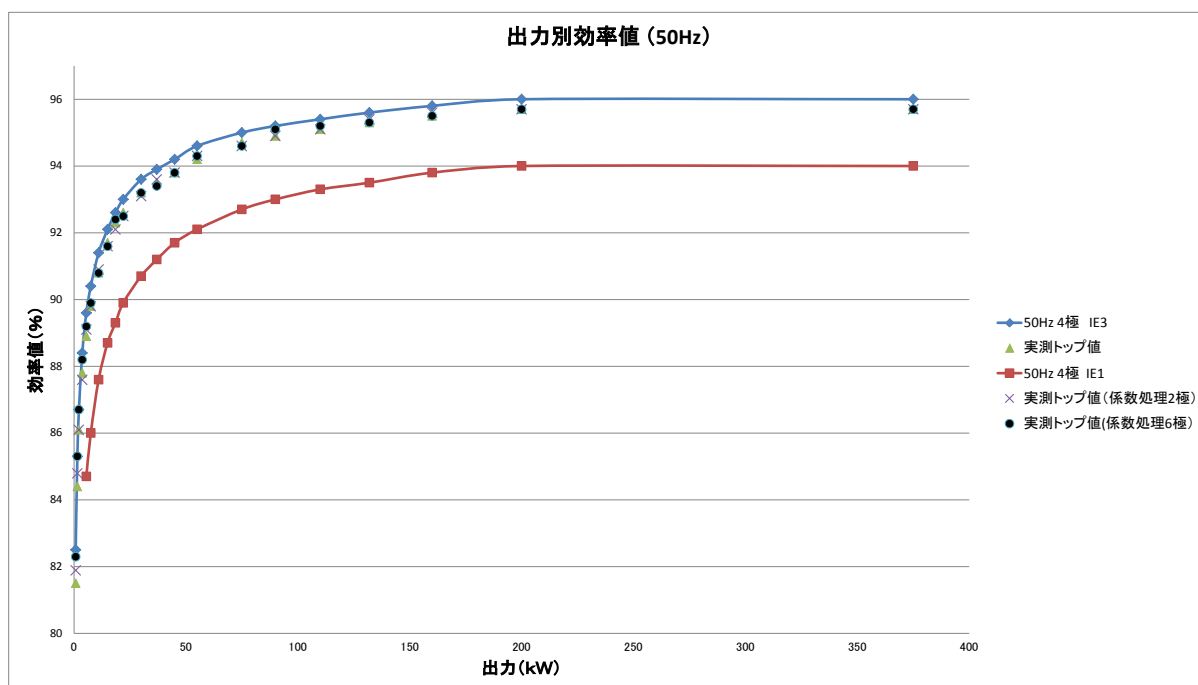



図１１：５０Ｈｚでの定格出力に対する エネルギー消費効率

表１　三相誘導電動機の基準エネルギー消費効率

区分	定格周波数又は基底周波数	定格出力	目標基準値［%］
１	６０Hz	０．７５kW以上０．９２５kW未満	８５．５
２		０．９２５kW以上１．８５kW未満	８６．５
３		１．８５kW以上４．６kW未満	８９．５
４		４．６kW以上９．２５kW未満	９１．７
５		９．２５kW以上１３kW未満	９２．４
６		１３kW以上１６．７５kW未満	９３．０
７		１６．７５kW以上２６kW未満	９３．６
８		２６kW以上３３．５kW未満	９４．１
９		３３．５kW以上４１kW未満	９４．５
１０		４１kW以上５０kW未満	９５．０
１１		５０kW以上１００kW未満	９５．４
１２		１００kW以上１３０kW未満	９５．８
１３		１３０kW以上３７５kW以下	９６．２
１４	５０Hz	０．７５kW	８２．５
１５		１．１kW	８４．１
１６		１．５kW	８５．３
１７		２．２kW	８６．７
１８		３kW	８７．７
１９		４kW	８８．６
２０		５．５kW	８９．６
２１		７．５kW	９０．４
２２		１１kW	９１．４
２３		１５kW	９２．１
２４		１８．５kW	９２．６
２５		２２kW	９３．０
２６		３０kW	９３．６
２７		３７kW	９３．９
２８		４５kW	９４．２
２９		５５kW	９４．６
３０		７５kW	９５．０
３１		９０kW	９５．２
３２		１１０kW	９５．４

３３	５０Hz	１３２kW	９５．６
３４		１６０kW	９５．８
３５		２００～３７５kW	９６．０
３６		その他	備考２

備考１．測定して得られたエネルギー消費効率の値に、表２及び表３に掲げる係数 a～f をそれぞれ乗じ、小数点２桁目を四捨五入した数値で評価を行うものとする。
なお、表２に掲げる定格出力以外の出力の場合（６０Ｈｚ）、その出力の前後にある表２の定格出力間の中間点以上となるものについては、高い定格出力の係数 a～c を用いることとし、中間点未満となるものについては、低い定格出力の係数 a～c を用いることとする。

表２　６０Ｈｚにおける出力別係数

定格出力 [kW]	2極	4極	6極
	係数a	係数b	係数c
0.75	1.1104	1.0000	1.0364
1.1	1.0298	1.0000	0.9886
1.5	1.0117	1.0000	0.9774
2.2	1.0347	1.0000	1.0000
3.7	1.0113	1.0000	1.0000
5.5	1.0246	1.0000	1.0077
7.5	1.0166	1.0000	1.0077
11	1.0154	1.0000	1.0076
15	1.0220	1.0000	1.0142
18.5	1.0207	1.0000	1.0065
22	1.0207	1.0000	1.0065
30	1.0184	1.0000	1.0000
37	1.0161	1.0000	1.0043
45	1.0150	1.0000	1.0053
55	1.0192	1.0000	1.0095
75	1.0138	1.0000	1.0042
90	1.0042	1.0000	1.0042
110	1.0084	1.0000	1.0000
150	1.0084	1.0000	1.0042
185～375	1.0042	1.0000	1.0042

表３　５０Ｈｚにおける出力別係数

定格出力 [kW]	2極	4極	6極
	係数d	係数e	係数f
0.75	1.0223	1.0000	1.0456
1.1	1.0169	1.0000	1.0383
1.5	1.0131	1.0000	1.0339
2.2	1.0093	1.0000	1.0285
3	1.0069	1.0000	1.0245
4	1.0057	1.0000	1.0207
5.5	1.0045	1.0000	1.0182
7.5	1.0033	1.0000	1.0146
11	1.0022	1.0000	1.0122
15	1.0022	1.0000	1.0099
18.5	1.0022	1.0000	1.0098
22	1.0032	1.0000	1.0087
30	1.0032	1.0000	1.0075
37	1.0021	1.0000	1.0064
45	1.0021	1.0000	1.0053
55	1.0032	1.0000	1.0053
75	1.0032	1.0000	1.0042
90	1.0021	1.0000	1.0032
110	1.0021	1.0000	1.0032
132	1.0021	1.0000	1.0021
160	1.0021	1.0000	1.0021
200～375	1.0021	1.0000	1.0021

備考２．　表１に掲げる区分３６の目標基準値（η：%）は、次の式で算出された値とする。

$$\eta = A\times(\log_{10}(P_N/P_C))^3+B\times(\log_{10}(P_N/P_C))^2+C\times\log_{10}(P_N/P_C)+D$$

ここで、P_N［kW］：定格出力
P_C［kW］：１［kW］（P_Nを無次元化するためのもの）
Ａ、Ｂ、Ｃ及びＤ：補間係数

A	B	C	D
0.0773	−1.8951	9.2984	83.7025

ただし、極数が２極及び６極のものについては、測定して得られたエネルギー消費効率の値に、２極であれば係数 g を、６極であれば係数 h を乗じて算出された値（小数点２桁目を四捨五入した数値）で評価を行うものとする。

$$\text{係数}g = \frac{A\times(\log_{10}(P_N/P_C))^3+B\times(\log_{10}(P_N/P_C))^2+C\times\log_{10}(P_N/P_C)+D}{A'\times(\log_{10}(P_N/P_C))^3+B'\times(\log_{10}(P_N/P_C))^2+C'\times\log_{10}(P_N/P_C)+D'}$$

ここで、P_N［kW］：定格出力
P_C［kW］：１［kW］（P_Nを無次元化するためのもの）
Ａ’、Ｂ’、Ｃ’及びＤ’：補間係数

A’	B’	C’	D’
0.3569	−3.3076	11.6108	82.2503

$$\text{係数}h = \frac{A\times(\log_{10}(P_N/P_C))^3+B\times(\log_{10}(P_N/P_C))^2+C\times\log_{10}(P_N/P_C)+D}{A''\times(\log_{10}(P_N/P_C))^3+B''\times(\log_{10}(P_N/P_C))^2+C''\times\log_{10}(P_N/P_C)+D''}$$

ここで、P_N［kW］：定格出力
P_C［kW］：１［kW］（P_Nを無次元化するためのもの）
Ａ”、Ｂ”、Ｃ”及びＤ”：補間係数

A″	B″	C″	D″
0.1252	−2.6130	11.9963	80.4769

備考３．３定格(６定格)を含み出荷する場合、200V/60Hz(400V/60Hz) については、測定して得られたエネルギー消費効率の値に、表４に掲げる係数ｉ～ｋをそれぞれ乗じ、小数点２桁目を四捨五入した数値で評価を行うものとする。

なお、３定格と６定格の定義は以下のとおり。

３定格：200V/50Hz、200V/60Hz、220V/60Hz、又は、
400V/50Hz、400V/60Hz、440V/60Hz

６定格：200V/50Hz、200V/60Hz、220V/60Hz、400V/50Hz、400V/60Hz、
440V/60Hz

表４　３定格（６定格）における定格出力別係数

定格出力	2極	4極	6極
[kW]	係数i	係数j	係数k
0.75	1.1325	1.0130	1.0452
1.1	1.0485	1.0188	1.0023
1.5	1.0298	1.0188	0.9908
2.2	1.0468	1.0147	1.0170
3.7	1.0229	1.0147	1.0170
5.5	1.0362	1.0099	1.0246
7.5	1.0246	1.0099	1.0246
11	1.0244	1.0109	1.0221
15	1.0310	1.0142	1.0288
18.5	1.0286	1.0119	1.0207
22	1.0286	1.0119	1.0207
30	1.0262	1.0107	1.0107
37	1.0227	1.0107	1.0150
45	1.0215	1.0106	1.0128
55	1.0258	1.0032	1.0171
75	1.0192	1.0032	1.0117
90	1.0095	1.0032	1.0117
110	1.0138	1.0042	1.0074
150	1.0126	1.0042	1.0116
185～375	1.0084	1.0042	1.0116

備考４．事業者毎の出荷台数において、備考３に掲げる３定格（６定格）を含み出荷する場合は、それぞれの定格毎の台数を求めるために、表５に掲げる台数比率を用いるものとする。算出にあたっては、小数点以下１桁目を四捨五入して整数値とし、端数の台数調整が生じる場合は、台数比率の最も高い定格で調整を行うこととする。

表５　３定格（６定格）における各電圧・周波数の台数比率

定格電圧	200V		220V
定格周波数	50Hz	60Hz	
台数比率	50%	30%	20%

定格電圧	400V		440V
定格周波数	50Hz	60Hz	
台数比率	50%	30%	20%

定格電圧	200V		220V	400V		440V
定格周波数	50Hz	60Hz		50Hz	60Hz	
台数比率	40%	25%	10%	10%	5%	10%

４．目標基準値の設定に係る補正係数等について

（１）極数による補正係数について（表１の備考１の考え方）

今回対象となる三相誘導電動機の極数は、２極、４極又は６極であるが、表６のとおり、国内で普及する約１億台のうち、４極のものが約６５％を占めている。

区分毎の目標基準値の設定においては、省エネルギーを最大限進める観点から、区分の範囲は可能な限り広範囲で設定することが好ましいため、４極をベースに（補正係数を１とする）、２極、６極のエネルギー消費効率の値にそれぞれ補正係数を設定することで、２極、４極及び６極を同じ区分で評価を行うこととする。

補正係数の設定にあたっては、国際規格ＩＥＣ　６００３４―３０及び日本工業規格ＪＩＳ　Ｃ　４０３４－３０で規定されているＩＥ３の効率値の比率を用いて表７及び表８のとおり算出した。

表６：２極・４極・６極の国内普及台数及びその割合

	２極	４極	６極	合計
台数［台］	27,981,200	62,294,954	5,998,316	96,274,470
割合［%］	29.1	64.7	6.2	100

※出典：エネルギー消費機器実態等調査事業報告書から抜粋して作成

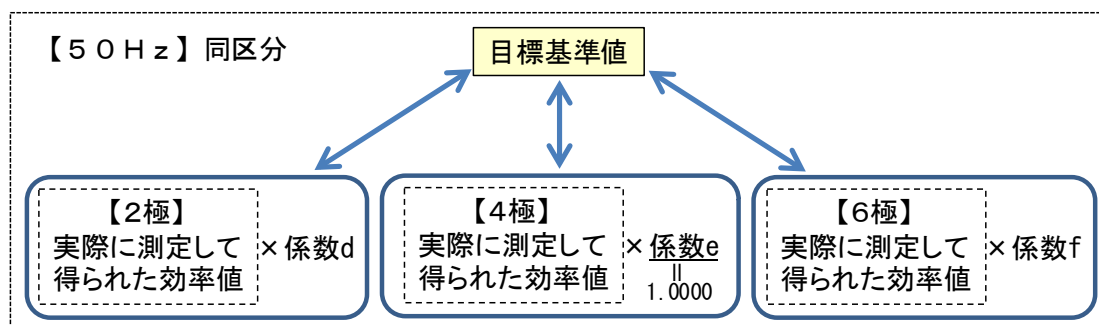
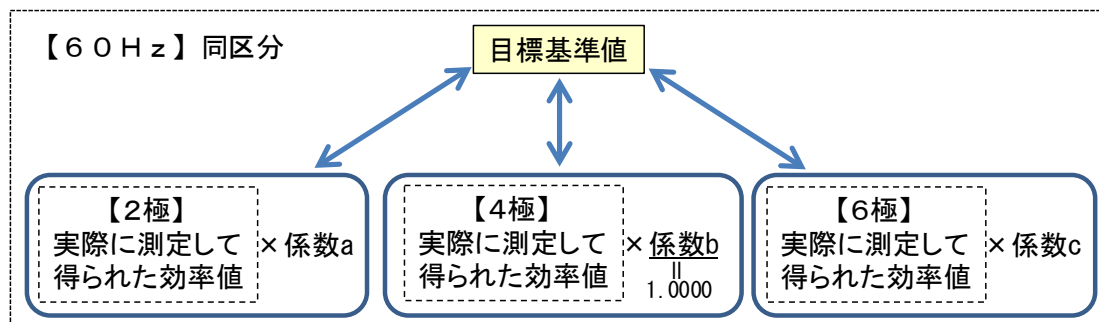
（H22 年　資源エネルギー庁委託事業）

表７：６０Ｈｚにおける定格出力別係数の算出根拠

定格出力［kW］	【60Hz】IE3効率値及び比率				
	2極［%］	4極／2極（係数a）	4極［%］	4極／6極（係数c）	6極［%］
0.75	77.0	1.1104	85.5	1.0364	82.5
1.1	84.0	1.0298	86.5	0.9886	87.5
1.5	85.5	1.0117	86.5	0.9774	88.5
2.2	86.5	1.0347	89.5	1.0000	89.5
3.7	88.5	1.0113	89.5	1.0000	89.5
5.5	89.5	1.0246	91.7	1.0077	91.0
7.5	90.2	1.0166	91.7	1.0077	91.0
11	91.0	1.0154	92.4	1.0076	91.7
15	91.0	1.0220	93.0	1.0142	91.7
18.5	91.7	1.0207	93.6	1.0065	93.0
22	91.7	1.0207	93.6	1.0065	93.0
30	92.4	1.0184	94.1	1.0000	94.1
37	93.0	1.0161	94.5	1.0043	94.1
45	93.6	1.0150	95.0	1.0053	94.5
55	93.6	1.0192	95.4	1.0095	94.5
75	94.1	1.0138	95.4	1.0042	95.0
90	95.0	1.0042	95.4	1.0042	95.0
110	95.0	1.0084	95.8	1.0000	95.8
150	95.4	1.0084	96.2	1.0042	95.8
185～375	95.8	1.0042	96.2	1.0042	95.8

表８：５０Ｈｚにおける定格出力別係数の算出根拠

定格出力 [kW]	【50Hz】IE3効率値及び比率				
	2極[%]	4極／2極 (係数d)	4極[%]	4極／6極 (係数f)	6極[%]
0.75	80.7	1.0223	82.5	1.0456	78.9
1.1	82.7	1.0169	84.1	1.0383	81.0
1.5	84.2	1.0131	85.3	1.0339	82.5
2.2	85.9	1.0093	86.7	1.0285	84.3
3	87.1	1.0069	87.7	1.0245	85.6
4	88.1	1.0057	88.6	1.0207	86.8
5.5	89.2	1.0045	89.6	1.0182	88.0
7.5	90.1	1.0033	90.4	1.0146	89.1
11	91.2	1.0022	91.4	1.0122	90.3
15	91.9	1.0022	92.1	1.0099	91.2
18.5	92.4	1.0022	92.6	1.0098	91.7
22	92.7	1.0032	93.0	1.0087	92.2
30	93.3	1.0032	93.6	1.0075	92.9
37	93.7	1.0021	93.9	1.0064	93.3
45	94.0	1.0021	94.2	1.0053	93.7
55	94.3	1.0032	94.6	1.0053	94.1
75	94.7	1.0032	95.0	1.0042	94.6
90	95.0	1.0021	95.2	1.0032	94.9
110	95.2	1.0021	95.4	1.0032	95.1
132	95.4	1.0021	95.6	1.0021	95.4
160	95.6	1.0021	95.8	1.0021	95.6
200～375	95.8	1.0021	96.0	1.0021	95.8

＜イメージ図＞

（２）区分３６の考え方について（表１の備考２の考え方）

代表出力以外の定格出力における効率値［%］については、国際規格ＩＥＣ ６００３４―３０及び日本工業規格ＪＩＳ Ｃ ４０３４－３０で規定される手法によって算出することとする。

【参考 ＪＩＳ Ｃ ４０３４－３０：２０１１】

５０Ｈｚ ５．４．１．１（抜粋）

規定する以外の定格出力値（P_N）の公称効率値は、式（１）を適用して計算する。

$$\eta(\text{効率}) = A\times(\log_{10}(P_N/P_C))^3 + B\times(\log_{10}(P_N/P_C))^2 + C\times\log_{10}(P_N/P_C) + D \quad \cdots(1)$$

ここに、A、B、C及びD：補間係数　P_C［kW］：1［kW］

IEｺｰﾄﾞ	補間係数	2 極	4 極	6 極
IE3	A	0.3569	0.0773	0.1252
	B	-3.3076	-1.8951	-2.6130
	C	11.6108	9.2984	11.9963
	D	82.2503	83.7025	80.4769

上記枠囲み中の式（以下、「式１」という。）に、定格出力値及び４極の補間係数（Ａ～Ｄ）を代入して「目標基準値α」を算出する。

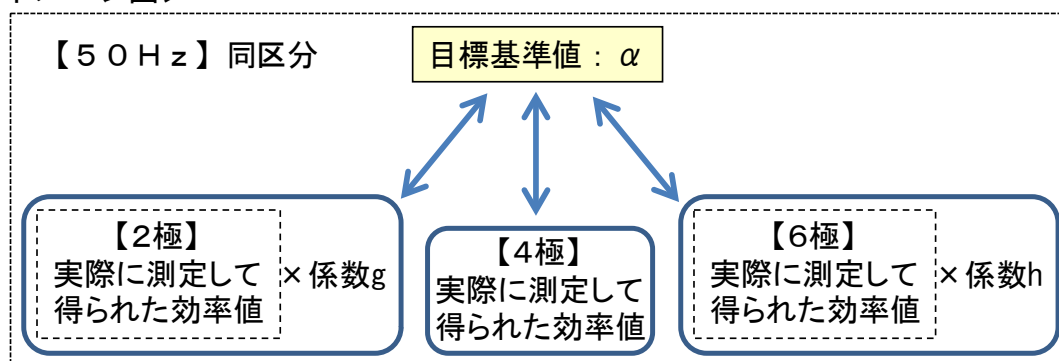
ここで、極数が４極の場合は、「目標基準値α」と「実際に測定して得られた効率値」との評価を行うことになるが、極数が２極及び６極の場合は、「目標基準値α」と「実際に測定して得られた効率値に補正係数を乗じて算出された値」との評価を行うこととする。それぞれの補正係数（g 及び h）については、次のとおりとする。

２極

$$\text{係数 g} = \frac{\text{式(1)に定格出力及び４極の補間係数(A～D)を代入して得られた値}}{\text{式(1)に定格出力及び２極の補間係数(A～D)を代入して得られた値}}$$

６極

$$\text{係数 h} = \frac{\text{式(1)に定格出力及び４極の補間係数(A～D)を代入して得られた値}}{\text{式(1)に定格出力及び６極の補間係数(A～D)を代入して得られた値}}$$

<イメージ図>

（３）３定格（６定格）による補正係数について（表１の備考３の考え方）

日本の周波数が、東日本で 50Hz、西日本で 60 Hz に分かれているため、国内共用の観点から、電動機及びそれを組み込む機械は、200(400)V /50Hz と 200(400)V/60Hz の共用タイプが製造されている。その際、200(400)V/50Hz に対して 200(400)V/60Hz は、トルク特性等が低下し、同等の性能を出すことが難しいことから、200(400)V/50Hz により近い特性となる 220(440)V/60Hz を加えた３定格（200V/50Hz, 200V/60Hz, 220V/60Hz 又は 400V/50Hz, 400V/60Hz, 440V/60Hz）や６定格（200V/50Hz, 200V/60Hz, 220V/60Hz, 400V/50Hz, 400V/60Hz, 440V/60Hz）の三相誘導電動機が流通している。

ここで、200V/60Hz(400V/60Hz)においても、220V/60Hz(440V/60Hz)と同等の効率値を求めた場合、電圧が下がることから損失が大きくなり、同等の効率値を満足させるためには、体格を大きくする等の対策が必要となり市場への影響が大きい。

そこで、３定格（６定格）を含み出荷する三相誘導電動機に関して、200V/60Hz(400V/60Hz)の効率値については、「実際に測定して得られた効率値に備考３．表４の補正係数を乗じた値」と表１の「目標基準値」との評価を行うこととした。

具体的な補正係数ｉ、ｊ、ｋ（備考３．表４）の設定にあたっては、まず、国内市場で出荷されたＩＥ２対応の３定格の代表的な三相誘導電動機における 220V/60Hz と 200V/60Hz の比率（200V/60Hz のエネルギー消費効率を 220V/60Hz のエネルギー消費効率で除した値）を算出した（ただし、200V/60Hz の効率値がＩＥ２の公称効率を下回る場合は、ＩＥ２／ＩＥ３の比率を採用した）。

次に、その値にＩＥ３の２極・４極・６極における効率値を乗じることで、それぞれの補正効率値（次頁の表９のⅡ・Ⅲ・Ⅳ欄）を求めた。

以上を踏まえ、３定格（６定格）による補正係数（ｉ、ｊ、ｋ）は、６０Ｈｚにおける目標基準値（表９のⅠ欄）を、補正効率値（表９のⅡ・Ⅲ・Ⅳ欄）でそれぞれ除したものとした。

表９：３定格（６定格）による定格出力別係数の算出

定格出力		2極		4極		6極	
[kW]	【60Hz】目標基準値：Ⅰ[%]	補正効率値：Ⅱ[%]	係数ｉ(=Ⅰ／Ⅱ)	補正効率値：Ⅲ[%]	係数ｊ(=Ⅰ／Ⅲ)	補正効率値：Ⅳ[%]	係数ｋ(=Ⅰ／Ⅳ)
0.75	85.5	75.5	1.1325	84.4	1.0130	81.8	1.0452
1.1	86.5	82.5	1.0485	84.9	1.0188	86.3	1.0023
1.5	86.5	84.0	1.0298	84.9	1.0188	87.3	0.9908
2.2	89.5	85.5	1.0468	88.2	1.0147	88.0	1.0170
3.7	89.5	87.5	1.0229	88.2	1.0147	88.0	1.0170
5.5	91.7	88.5	1.0362	90.8	1.0099	89.5	1.0246
7.5	91.7	89.5	1.0246	90.8	1.0099	89.5	1.0246
11	92.4	90.2	1.0244	91.4	1.0109	90.4	1.0221
15	93.0	90.2	1.0310	91.7	1.0142	90.4	1.0288
18.5	93.6	91.0	1.0286	92.5	1.0119	91.7	1.0207
22	93.6	91.0	1.0286	92.5	1.0119	91.7	1.0207
30	94.1	91.7	1.0262	93.1	1.0107	93.1	1.0107
37	94.5	92.4	1.0227	93.5	1.0107	93.1	1.0150
45	95.0	93.0	1.0215	94.0	1.0106	93.8	1.0128
55	95.4	93.0	1.0258	95.1	1.0032	93.8	1.0171
75	95.4	93.6	1.0192	95.1	1.0032	94.3	1.0117
90	95.4	94.5	1.0095	95.1	1.0032	94.3	1.0117
110	95.8	94.5	1.0138	95.4	1.0042	95.1	1.0074
150	96.2	95.0	1.0126	95.8	1.0042	95.1	1.0116
185～375	96.2	95.4	1.0084	95.8	1.0042	95.1	1.0116

（４）備考３に掲げる３定格（６定格）で出荷する場合の出荷台数の考え方について（表１の備考４の考え方）

３定格又は６定格を有する三相誘導電動機は、１台当たり複数のエネルギー消費効率を有している。

一方、目標基準値の評価を行う際、別添５により測定したエネルギー消費効率を、備考１～４（P31～P34）について留意した上で、区分毎に事業者毎の出荷台数で加重平均した値が、目標基準値を下回らないことを求めており、三相誘導電動機の出荷台数からそれぞれの定格毎の台数を割り出すことが必要となる。

そこで、平成２２年に実施した委託事業で得られた、エンドユーザーへの使用実態調査の結果から表１０のとおり台数比率を求め、これを用いて定格毎の出荷台数を算出することとした。

表１０　３定格（６定格）における各電圧・周波数の台数比率

定格電圧	200V		220V
定格周波数	50Hz	60Hz	
台数比率	50%	30%	20%

定格電圧	400V		440V
定格周波数	50Hz	60Hz	
台数比率	50%	30%	20%

定格電圧	200V		220V	400V		440V
定格周波数	50Hz	60Hz		50Hz	60Hz	
台数比率	40%	25%	10%	10%	5%	10%

別添　５

三相誘導電動機のエネルギー消費効率及びその測定方法について

１．　基本的な考え方

三相誘導電動機のエネルギー消費効率及びその測定方法に関しては、日本工業規格 JIS C 4034-2-1「回転電気機械－第 2-1 部：単一速度三相かご形誘導電動機の損失及び効率の算定方法」（以下、JIS C 4034-2-1）に規定する方法により求めた効率を採用することとする。

２．　具体的なエネルギー消費効率及びその測定方法

（１）エネルギー消費効率について

三相誘導電動機のエネルギー消費効率は、入力（W）に対する出力（W）の比（%）とし、定格負荷温度試験[6.4.4.1]に従った定格負荷試験からの入力$Ｐ_1$（W）と全損失$Ｐ_T$（W）より次の式を用いて算出する。

$$効率（\%）＝（Ｐ_1－Ｐ_T）／Ｐ_1×１００$$

ここで、全損失$Ｐ_T$は、固定損[8.2.2.3]、負荷損[8.2.2.4.1(負荷試験による負荷損の算定方法)]及び漂遊負荷損[8.2.2.5.1(トルク測定を行う負荷試験による漂遊負荷損の算定方法)]の和として求める。
※[　]内の番号は、JIS C 4034-2-1 の箇条番号に基づくものとする。

（２）エネルギー消費効率の測定方法について

三相誘導電動機の測定方法は、商用電源において JIS C 4034-2-1 に規定する不確かさ“低”の試験方法によるものとする。

ただし、日本工業規格 JIS C 4034-30「回転電気機械－第 30 部：単一速度三相かご形誘導電動機の効率クラス（IE コード)」の 5.1.3 で規定する補助装置が付いた電動機の効率試験は、補助装置が電動機の構造に必須の部分でない限り、補助装置を取り付けない状態で行う。また、インバータ駆動専用に作られた電動機については、インバータで駆動させず、商用電源で測定を行う。

別添　６

総合資源エネルギー調査会省エネルギー基準部会
三相誘導電動機判断基準小委員会開催経緯

第１回小委員会（平成２３年１２月１３日）
・三相誘導電動機判断基準小委員会の公開について
・三相誘導電動機の現状について
・三相誘導電動機の適用範囲について
・三相誘導電動機のエネルギー消費効率及び測定方法について
・その他

第２回小委員会（平成２５年１月２８日）
・三相誘導電動機の目標設定のための区分について
・三相誘導電動機の目標年度及び目標基準値について
・中間とりまとめについて
・その他

別添　7

総合資源エネルギー調査会省エネルギー基準部会
三相誘導電動機判断基準小委員会委員名簿

委員長	横山　隆一	早稲田大学理工学術院環境・エネルギー研究科 教授
委　員	丑久保　雅之	一般社団法人日本工作機械工業会　技術部　課長
	小俣　剛	一般社団法人日本電機工業会　高効率モーター普及委員会委員長
	吉良　雅治	一般社団法人日本産業機械工業会　産業機械第一部長 兼　技術部部長
	佐川　秀俊	一般社団法人日本冷凍空調工業会　技術部参事
	千葉　明	国立大学法人東京工業大学大学院理工学研究科　教授
	鶴崎　敬大	株式会社住環境計画研究所　研究主幹
	判治　洋一	財団法人省エネルギーセンター　特別参与
	安岡　康一	国立大学法人東京工業大学大学院理工学研究科 教授
	吉宮　弘志	株式会社日建設計監理部門シニアエキスパート 技師長

参考　1

三相誘導電動機の現状について

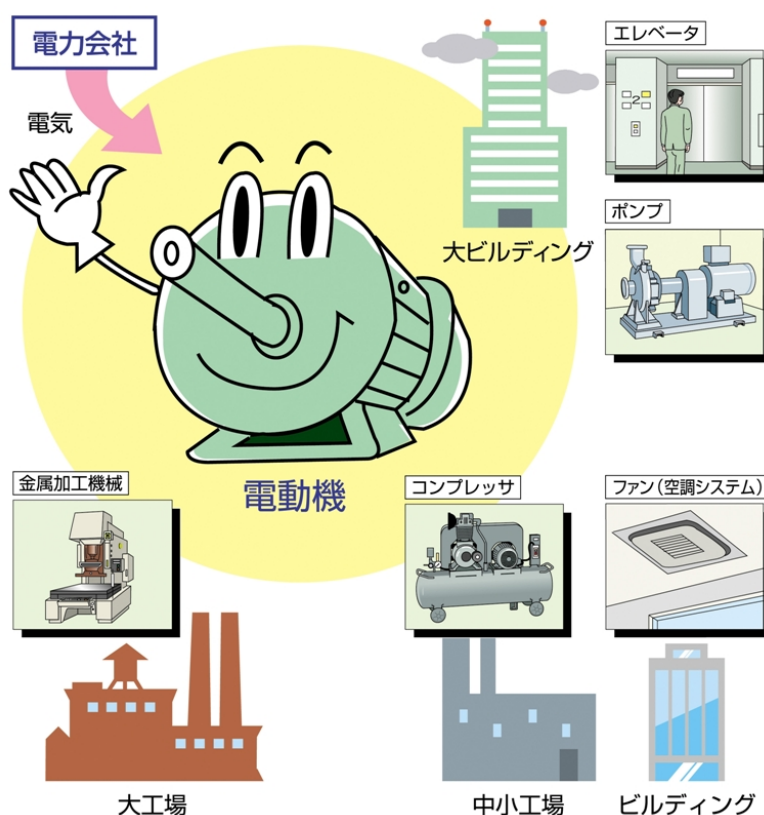
Ｉ．種類と分類

１．電動機の働き

各需要家に送電された電気エネルギーは、照明や動力源などに使用される。電動機は電気エネルギーを運動エネルギーに変換する機能を有しており、例えば、ビルで飲用水を上部階までくみ上げるために、ポンプを回して水をくみ上げるが、このポンプを回すために、電気エネルギーを運動エネルギーに変換するのが電動機の働きである。

一般需要家にて使用される電動機は、600V 以下の電圧で使用される低圧電動機が多いが、このうち、冷蔵庫やエアコンディショナーなど家電品に使われる電動機は、それが組み込まれた製品として、省エネ法のトップランナー基準が適用されている。

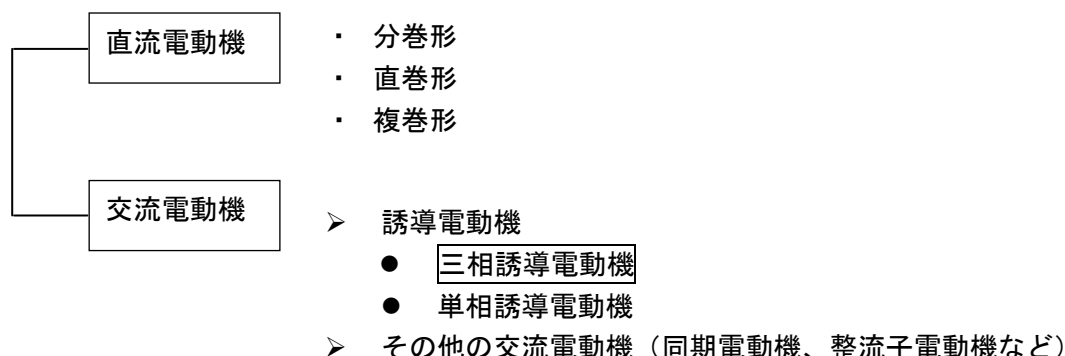
平成 21 年度に実施した資源エネルギー庁の調査結果によれば、三相誘導電動機は、産業部門においてポンプ、送風機、圧縮機などの多様な用途で使用されており、普及台数は約 1 億台、消費電力量は、日本における産業部門の消費電力量の 75%、消費電力量全体の約 55%を占め、相当量のエネルギーを消費する機器となっている。仮に全ての産業用モータがIE2（高効率）[i]に置き換わったとすれば、年間 87 億kWh、IE3（プレミアム効率）に置き換わった場合、年間 155 億kWhの消費電力量の削減が可能になると試算され（消費電力量全体の約 0.9 または 1.5%に相当）、極めて大きな省エネ効果が期待できる。

本資料では、三相誘導電動機判断基準小委員会において検討対象とする産業用の三相誘導電動機について述べる。

(i) モータの効率クラスは、国際規格 IEC（国際電気標準会議）の IEC 60034-30 及び日本工業規格 JIS C 4034-30 で規定しており、高い効率から IE3（プレミアム効率）、IE2（高効率）及び IE1（標準効率）の効率クラスがある。例えば、モータの銘板に IE3 の記載があれば、プレミアム効率モータであることが一目で分かる。

２．電動機の種類

（１）電動機の種類と特徴

電動機の種類は大きく分けて入力電源により直流機、交流機に分かれ、さらに動作原理、構造により以下のように細分化される。

- 直流電動機
  - 分巻形
  - 直巻形
  - 複巻形
- 交流電動機
  - 誘導電動機
    - 三相誘導電動機
    - 単相誘導電動機
  - その他の交流電動機（同期電動機、整流子電動機など）

◆ 直流電動機

直流電源から動力を得る電動機。家庭で利用するビデオレコーダやヘアドライヤーなどの小型電動機として利用されるほか、産業用では電動工具、工作機械等に利用。

◆ 交流電動機

➢ 誘導（インダクション）電動機

● 三相誘導電動機

三相交流電源から動力を得て、電磁誘導によって一次側（固定子）から二次側（回転子）に電力を送り、これを利用して動力を発生する誘導電動機。構造上かご形と巻線形の2種類があるが、その大半をかご形が占める。産業用途として幅広く使われ、汎用品の主要特性は世界中で標準化されている。

● 単相誘導電動機

単相交流電源から動力を得る誘導電動機。主に民生用の冷蔵庫や洗濯機等の家電製品に利用される。

➢ その他の交流電動機

● 同期電動機

固定子に交流を流して、回転磁界と回転子が同じ速度で回る電動機。

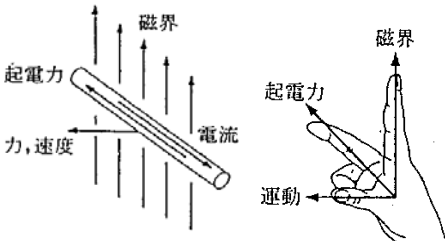
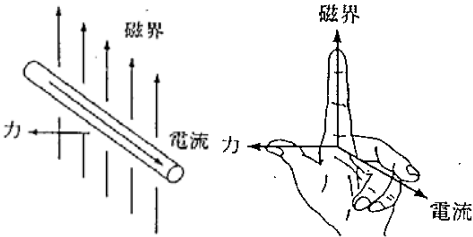
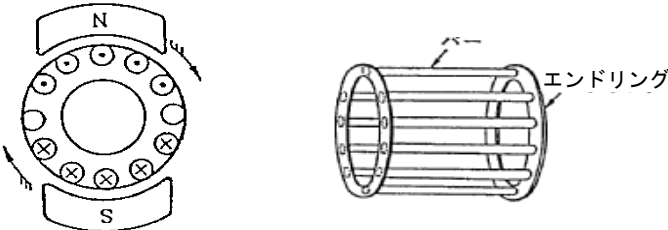
・ 永久磁石式同期電動機（PM モータ）

永久磁石（Permanent Magnet）を使用することから PM モータと呼ばれている。小形で高効率な低消費電力電動機として注目され、省エネルギー化の流れの中で、エアコン、冷蔵庫などの家電製品、自動車用の補機やハイブリッド電気自動車(HEV)/電気自動車(EV)用の主機、産業用機器などその適用範囲は拡大を続けている。

・ スイッチド・リラクタンスモータ

スイッチド・リラクタンスモータは構造が簡単であり、永久磁石を使用しないため、低コスト、省資源の脱レアアースモータとして注目されている。しかし、トルクリプル、振動・騒音が大きいことが課題となっている。

● 整流子電動機

一次巻線を回転子側に設ける回転子給電形と固定子側に設ける固定子給電形がある。
ブラシを移動させることにより、二次側電圧を調整し速度制御を行うことができる。固定子給電形の場合は、二次励磁装置として誘導電圧調整器を用いている。

特長としては、効率・力率が良好、始動特性が良い、同期速度以上の運転が可能等の点があるが、ブラシと整流子の保守が必要である。

- ブラシレスモータ

整流子とブラシがなく、整流子を半導体スイッチに置き換え機械的接触をなくした電動機。ブラシレスモータはブラシの代わりにホールセンサを使用し、回転角度を検出して電流の切り替えを行う。この方法とは別にコイルの逆起電圧を利用したセンサレス方式がある。近年ではブラシ付きモータからブラシレスモータへの移行が進んでおり、ドライバに関しても様々な製品がある。

（２）三相誘導電動機の回転原理と発生する力

（ａ）回転原理

<table>
<tr><td>1. フレミングの右手の法則
　磁界中の導体を、磁束を横切る方向に運動させると起電力が発生し電流が流れる</td><td>2. フレミングの左手の法則
　磁界中の導体に電流を流すと磁界の向きと電流の方向に応じた力が導体に働く</td></tr>
<tr><td>
</td><td>
</td></tr>
<tr><td colspan="2">3. 回転子の外周に一対の磁石を配し磁石を回転すると、回転子は磁石と同方向に回転する。
　右手の法則によりバーに誘導電流が流れ、この電流と磁界の相互作用（左手の法則）によりバーに力が働くため、回転子が回転する。</td></tr>
<tr><td colspan="2">
</td></tr>
</table>

（ｂ）発生する力

・　左手の法則による力Ｆ(N)=B・L・i　　B=磁束密度(T)、L=導体(ﾊﾞｰ)長(m)、i=電流(A)

・　右手の法則による起電力Ｅ(V)=B・L・ｖ　v=導体が磁束を横切る速度(m/s)・・(すべり)

∴ F(N)=B^2・(L^2/R)・v　　　　　R=二次抵抗(Ω)、　L∝R

従って、発生する力は磁束密度の２乗、導体(ﾊﾞｰ)長・すべりの１乗に比例する

（３）損失の発生理由と改善策

電動機は、電気エネルギーを機械エネルギーに変換する機械である。エネルギー変換の際、その一部が熱エネルギーとして電動機内部で消費される。この内部で消費され、動力として使用できないエネルギーを損失という。損失が大きい場合、電動機入力に対する出力が小さくなり、無駄な電力を消費することになる。この入力と出力の比を電動機の効率と呼ぶ。

電動機の発生損失は、固定損（鉄損及び機械損）、負荷損（一次銅損及び二次銅損）、漂

遊負荷損に分けることができる。

鉄損とは、磁気回路の磁場の変化に伴って発生する損失で、ヒステリシス損と渦電流損がある。ヒステリシス損失は、磁性体のヒステリシス現象に起因したもので周波数および磁束密度に依存して大きくなる。渦電流損は、電動機の鉄心（コア）において起こる電磁誘導の際に発生する渦電流によってエネルギーを消失する現象である。

機械損とは回転子と固定子の軸受の摩擦抵抗による損失、冷却ファンの風損などである。

銅損とは、電気エネルギーが銅巻線の導線にある電気抵抗によって熱エネルギーにかわる損失である。なお、一次銅損は固定子導体、二次銅損は回転子導体に発生する。

漂遊負荷損とは、上記以外の損失である。

図１に負荷率に対する各損失の割合変化を、図２に損失構成の一例を示す。

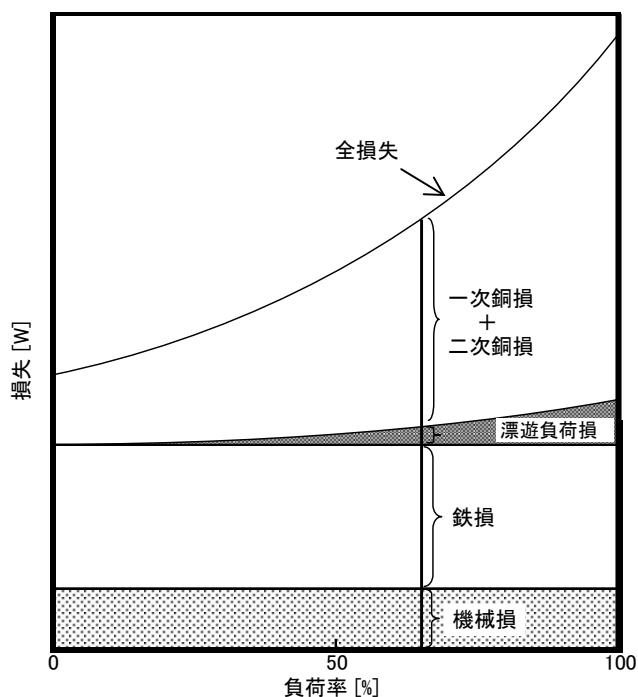



図１　損失と負荷率

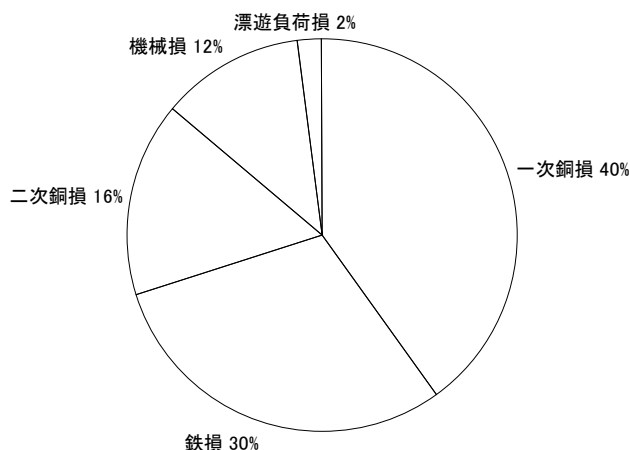



図２　損失構成の一例

それぞれの損失の発生場所を、図３の電動機内部構造図をもとに示す。

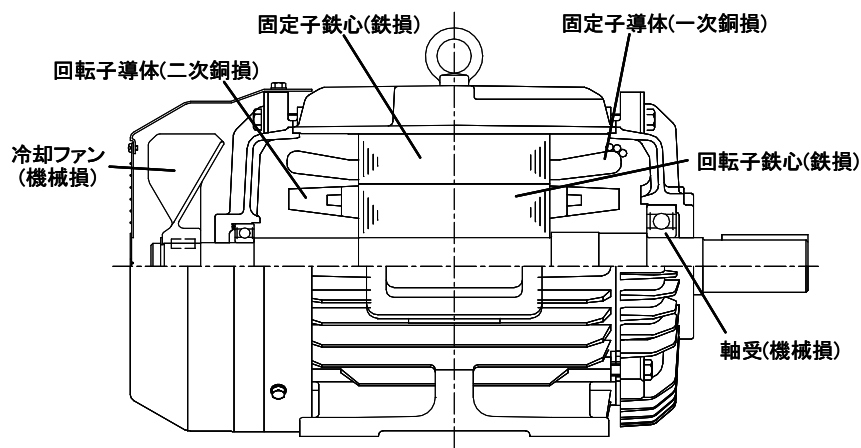



図３　電動機構造と損失

電動機発生損失を低減、すなわち効率を向上させるには、前述の各損失をバランスよく低減させることが必要となる。それぞれの損失発生に対する改善策を図４に示す。

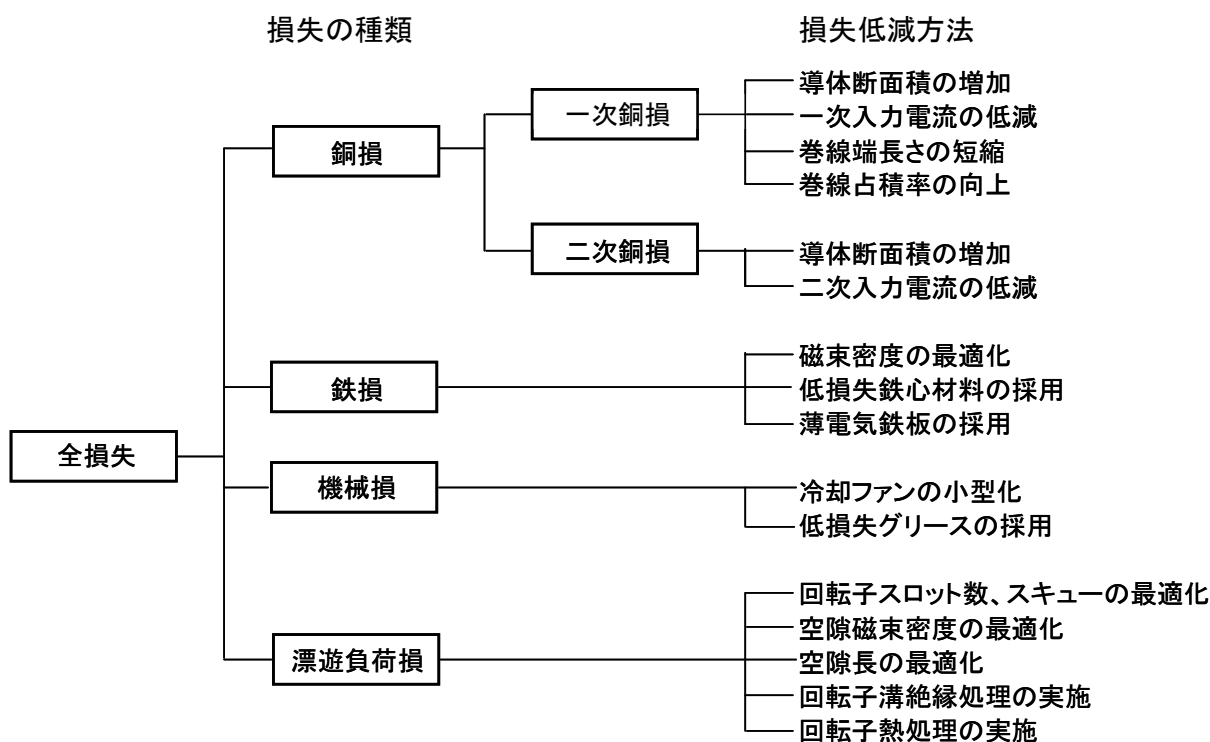



図４　電動機の損失発生に対する改善策

Ⅱ．電動機の市場規模について

１．三相誘導電動機の市場規模

（１）三相誘導電動機の国内市場規模(ii)：台数・金額（70W以上（iii））

国内市場規模は、年間約 680 万台、2,000 億円程度で推移。(2005～2007 年度の平均値。)
（2008 年度：528 万台、1940 億円、2009 年度：271 万台、1314 億円）

輸入は、年間約 200 万台、400 億円程度で推移。

輸出は、年間約 200 万台、900 億円程度で推移。

三相誘導電動機(70W以上)の電動機全体の生産台数に占める割合は 4 割程度（その他は、直流機、単相誘導電動機、その他交流電動機等)。一方、**容量ベースでは 8 割以上を占め、エネルギー消費との観点でいえば、三相誘導電動機が電動機全体の大勢**を占めている。

（2009 年は生産規模が極端に落ち込んでいることから、2008 年のデータで示す。）

生産台数(2008 年度)　三相誘導電動機：528 万台　全体の生産台数：1,236 万台

生産容量(2008 年度)　三相誘導電動機：2,052 万 kW　全体の生産容量：2,466 万 kW)

表１　電動機の生産・出荷の状況

出典:経済産業省生産動態統計	2008 年度			2009 年度		
製品名／単位	台数（台）	容量（kW）	金額（百万円）	台数（台）	容量（kW）	金額（百万円）
電動機(生産:70W 以上)	**12,362,465**	**24,664,735**	266,231	9,627,987	18,927,595	203,553
直流機(生産:一般用・車両用)	35,056	224,806	4,012	23,927	171,961	2,574
交流電動機(生産:単相、三相、その他)	12,327,409	24,439,929	262,219	9,604,060	18,755,634	200,979
単相誘導電動機(生産:70W 以上)	6,000,572	2,245,681	48,939	4,633,425	1,767,463	37,141
三相誘導電動機(標準は出荷、非標準は生産)	**5,279,988**	**20,521,014**	194,015	2,714,535	13,180,682	131,390
標準三相誘導電動機(出荷データ)	672,505	1,966,742	18,305	511,000	1,523,464	9,808
非標準三相誘導電動機(生産:70W 以上)	4,607,483	18,554,272	175,710	2,203,535	11,657,218	121,582
その他の交流電動機(生産:70W 以上)	1,046,849	1,673,234	19,265	2,256,100	3,807,489	32,448

（注）　標準三相誘導電動機：　JIS規格品であり、三相誘導電動機の出荷台数に占める割合は、**約 24%程度**(一般社団法人日本電機工業会自主統計値　2008 年度 出荷ベース)。

非標準三相誘導電動機：JIS 規格品外のもの。ユーザメーカやエンドユーザの仕様に合わせて生産・納入された製品であり、電動機全体の大半を占める。

三相誘導電動機の国内市場の現状を**図５**に示す。

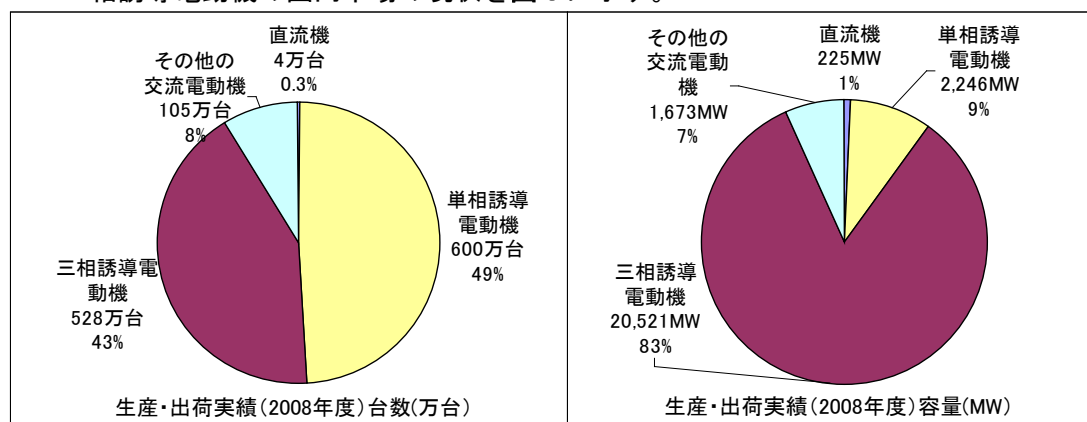



図５　三相誘導電動機の国内市場の現状　出典：経済産業省生産動態統計（2008 年度）

(ii)　出典：経済産業省生産動態統計、財務省貿易統計

(iii)　70W 未満は、小形電動機。家電製品、自動車などに組み込まれてすでに規制されている。

（２）三相誘導電動機の出力区分別容量

三相誘導電動機の年間平均の出荷状況を容量ベースで出力区分別に示すと**図 6** のグラフのとおり（「出力区分別の代表的な定格出力×出荷台数」にて算定）。

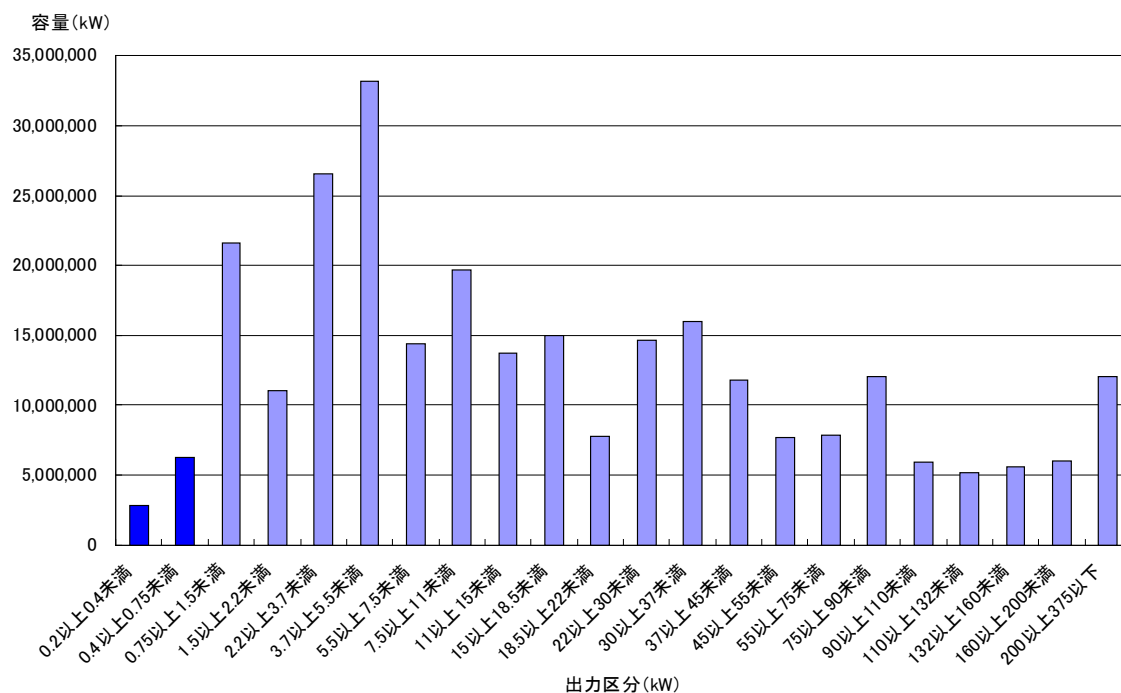
出荷台数を加味したトータルとしての容量で見ると、3.7kW 以上 5.5kW 未満の出力区分がピークとなる一方、0.75kW 未満の出力の低い区分では、出荷台数は多いもののトータルの容量は小さく、エネルギー消費のインパクトは相対的に低いと言える。

出典：資源エネルギー庁「平成 21 年度エネルギー消費機器実態等調査報告書」

図６　出力区分別容量

（３）三相誘導電動機の市場普及台数

市場普及台数（ストックベース）: 約１億台

（４）主要三相誘導電動機メーカ等

(a) 三相誘導電動機メーカ

東芝産業機器製造、日立産機システム、富士電機、三菱電機、明電舎、安川電機、パナソニック、一宮電機、日本電産テクノモータホールディングス、住友重機械工業、三相電機、アイチエレック、東芝三菱電機産業システム、澤村電気工業、藤井精密回転機製作所、オリエンタルモーター等

(b) 海外メーカ輸入品

東元（台湾)、WEG（ブラジル)、Siemens（独)、NIDEC MOTOR CO.(日本電産モータ)等

２．三相誘導電動機の市場構造

(1) ユーザメーカ（セットメーカ）業界・主要機器

国内に普及している三相誘導電動機（以下、モータ）の総数は約1 億台であり、モータが使用されている主要機器上位**3 品目（ポンプ、圧縮機、送風機）で全体の 70%を超える**。モータが使用される主要機器を**表 2** に示す。主な業界団体を、以下に示す。

（社）日本産業機械工業会（ポンプ、圧縮機、送風機、動力伝達装置、運搬機械）
（社）日本工作機械工業会（金属工作機械）
（社）日本農業機械工業会（農業用機械器具）
（社）日本ロボット工業会（産業用ロボット）
（社）日本真空工業会（圧縮機）
（社）日本冷凍空調工業会（圧縮機）
（社）日本食品機械工業会　等

表 2　モータが使用される主要機器

機器分類	台数	比率
ポンプ	36,560,966	38%
圧縮機	22,076,305	23%
送風機	12,369,045	13%
動力伝達装置	8,642,510	9%
金属工作機械	6,685,925	7%
農業用機械器具	4,184,084	4%
運搬機械、産業用ロボット	3,240,141	3%
合計	93,758,975	97%

出典：資源エネルギー庁「平成 21 年度エネルギー消費機器実態等調査報告書」

(2) エンドユーザ業界

エンドユーザは、上記(1)表 2 の機器を導入している工場、事業者であり、あらゆる産業界が対象となりうる。

(3) モータの取引形態（標準・非標準）

モータの約 90%はユーザメーカに出荷され、パーツとして機械に組み込まれて、エンドユーザに供給される。モータの取引形態を図７に示す。

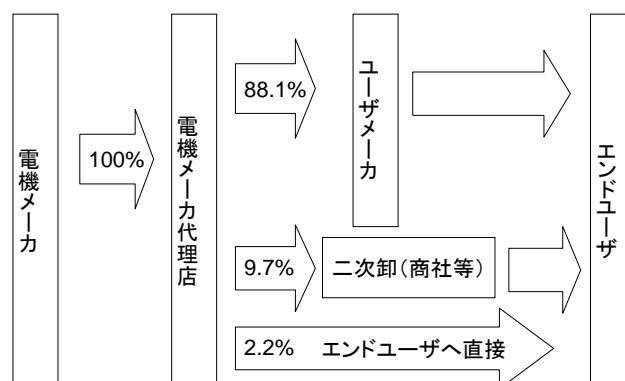



図７　モータの取引形態

３．モータを高効率化する際の設計・製造における課題

(1) 諸外国と比較して国内では 50Hz、60Hz の共用設計が求められており、単一周波数の場合に比べ設計上難しく、各々の周波数における効率基準値を満足する必要がある。

(2) 日本のモータの枠番(iv)が諸外国に比べ小さいため、効率基準値を満足するための設計が必要となる。

(3) 現行品との互換性を持たせた製品開発が必要である。特に、非標準モータはユーザメーカによる機械機能要求に合致する体格・寸法・トルク特性･電流特性・回転数特性にしているため、高効率化には機械側との調整も含めた製品開発が必要である。

(4) 特にIE3（プレミアム効率）(v)の製品製造に当たっては、特性を満足するため使用する部材の質・量ともに増加し、更なる枠番アップ・体格アップが生じるが、(1)～(3)に配慮しつつ製品開発を行う必要があることから、開発の難易度は高い。

４．効率規格・規制の動向と普及状況

(1) 高効率モータ規格（IEC、JIS）

IEC/TC2(回転機)では、**表６**のようにモータの効率に関わる複数の規格を策定している。

一定速度で駆動するモータの効率算定方法を規定する IEC 60034-2-1 は、2007 年に発行、その算定方法を用いて効率クラスを規定する IEC 60034-30 は 2008 年 10 月に発行された。

JIS については、2011 年 1 月 20 日付で JIS C 4034-30「回転電気機械－第 30 部：単一速度三相かご形誘導電動機の効率クラス（ＩＥコード)」および JIS C 4034-2-1「回転電気機械－第 2-1 部：単一速度三相かご形誘導電動機の損失及び効率の算定方法」が発行された。

なお、効率クラスとは、効率基準値をクラス分類したもので、IEC 効率レベルと従来 JIS との比較を**表７**に示す。

(iv) モータの出力に応じて寸法が適用される「標準の枠番号」で、JIS C 4210「一般用低圧三相かご形誘導電動機」および JIS C 4212「高効率低圧三相かご形誘導電動機」の 6.（寸法）に規定される。

(v) 三相誘導電動機の効率レベルについては、国際的な規格として IEC に規定されており、クラス分類としては IE1（標準効率)、IE2（高効率)、IE3（プレミアム効率）がある。

表６　モータの効率に関わる国際規格類

	一定速度駆動	可変速度駆動
効率の算定方法	IEC 60034-2-1	IEC 60034-2-3
効率クラス	IEC 60034-30	未定
選定・適用ガイド	IEC 60034-31	

表７　IEC 効率レベルと従来 JIS との比較

IEC 60034-30	JIS C 4034-30	従来JISとの比較
IE3	IE3	ー
IE2	IE2	JIS C 4212（高効率）と同等
IE1	IE1	JIS C 4210（標準効率）と同等

(2) 世界における効率規制の動向と普及状況

国際的には、米国で 2010 年 12 月 19 日にIE3 プレミアム効率のモータの適用義務化が始まり、欧州においても 2015 年にIE3 またはIE2＋インバータの適用義務化を決めているほか、様々な国々（カナダ、オーストラリア、ニュージーランド、韓国、中国等）で順次、最低エネルギー消費効率基準（MEPS： Minimum Energy Performance Standard）(vi)での適用義務化を開始もしくは計画しており、モータ単体の効率規制に向けた取り組みが進められている。

我が国では、高効率タイプ（IE2）のモータが年間の生産・出荷台数の１％程度であるのに対して、米国では高効率(IE2)とプレミアム効率(IE3)の合計が70%、欧州でも高効率(IE2)が12%と欧米のモータの高効率化は進んでいる。

【米国】(vii)

1997 年以降　EPAct（エネルギー政策法）高効率モータ製造者規制を実施。

2010 年 12 月 19 日以降　EPAct 対象機器 IE2 を IE3 へ（IE2 対象機器を拡大）

【欧州】

2011 年 6 月 16 日以降　IE2 へ

2015 年 1 月 1 日以降(予定)　7.5～375kW　IE3 レベル または IE2+インバータ

2017 年 1 月 1 日以降(予定)　0.75～375kW　IE3 レベル または IE2+インバータ

国際規格での効率基準に対応する各国の関係規格および効率基準の法的規制状況のまとめを**表８**に示す。

(vi) 対象となる機器の全ての製品が超えなければならない最低の値を定め、超えられない場合はその製品の出荷を差し止める等の措置が取られる。

(vii) モータのエネルギー効率について定めたエネルギー政策法（EPAct: Energy Policy Act）が、1997 年 10 月に発効している。これにより、米国内にて製造、販売されるモータは、同法で規定された効率基準を満足する必要がある。さらに、連邦規制基準（CFR: Code of Federal Regulations）により、対象モータに試験手順及びラベル表示の要求が定められている。また、2010 年 12 月 19 日より要求事項が変更されている。

表８　各国の関係規格および効率基準の法的規制状況のまとめ

国名（地域）	標準効率（IE1）		高効率（IE2）			プレミアム効率（IE3）		
	規格	普及率（年）	規格	法的規制	普及率（年）	規格	法的規制	普及率（年）
米国	―	30%(2009) 10%(2011)	NEMA MG1-12-11 (EPAct)	1997～有	35%(2009) 20%(2011)	NEMA MG1-12-12 (NEMA Premium)	2010.12～有	35%(2009) 70%(2011)
カナダ	―	30%(2009)	CSA C390 (EE)	1995～有	35%(2009)	CSA C390 (NEMA Premium)	2012.4(予定)	35%(2009)
豪州、ﾆｭｰｼﾞｰﾗﾝﾄﾞ	AS/NZS 1359.5 (2001)	58%(2006)	AS/NZS 1359.5 (2001)	2006～有	32%(2006)	―	―	10%(2006)
欧州(EU27)	CEMEP EFF2,3 (1998)	85%(2006)	IEC 60034-30 (2008) 欧州委員会規則 640/2009	2011.6～有	12%(2006)	IEC 60034-30 (2008) 欧州委員会規則 640/2009	2015.1 予定(7.5kW～) 2017.1 予定(0.75kW～)	―
中国	GB18613 (2002)	99%(2005)	GB18613 (2006)	2011.7～有	1%(2005)	―	―	―
韓国	―	90%(2005)	KS C 4202	2010.1～有(18.5kW～) 2010.7～有(0.75kW～)	10%(2005)	―	―	―
日本	JIS C 4210 (2010) JISC4034-30 (2011)	99%(2008)	JIS C 4212 (2010) JISC4034-30 (2011)	無し	1%(2008)	JISC4034-30 (2011)	無し	0%

※IEC 60034-30:2008 では参考的な効率ｸﾗｽとしてｽｰﾊﾟｰﾌﾟﾚﾐｱﾑ効率(IE4)が紹介されている（数値ﾚﾍﾞﾙは未定）

５．効率規制による省エネ効果と経済性について

(1) モータの高効率化による省エネ効果

国内に普及しているモータ（約 1 億台）の年間消費電力量、並びにすべてのモータがプレミアム効率（IE3）に置き換わった場合の省エネ効果を試算した結果を、以下に示す（資源エネルギー庁「平成 21 年度エネルギー消費機器実態等調査報告書」より）。

※　モータの年間消費電力量：**5,430 億kWh**（うち、産業用 3,620 億kWh）
　　消費電力量全体（電力 10 社の販売量＋自家発電=約 1 兆kWh）の55%に相当
　　産業用電力量（約 4,850 億kWh）の75%に相当

※　省エネ効果とCO_2削減効果：**年間 155 億kWh、約 500 万ｔ-CO_2**
　　我が国電力消費量全体の約 1.5%に相当
　　我が国温室効果ガス排出量（12 億 8,200 万ｔ）の約 0.4%に相当

(2) 投資費用と回収期間について(viii)

一方、メーカ等へのアンケート調査結果をもとに、国内に普及しているモータすべてをプレミアム効率（IE3）に置き換わった場合の増加コストと、置き換わった後の省エネ効果を金額換算した額（消費電力料金の低減及び削減CO_2価値換算）を試算し、初期投資（増加コスト）の回収期間を計算した結果を、以下に示す（資源エネルギー庁「平成21年度エネルギー消費機器実態等調査報告書」より）。

※　投資回収期間：**５～６年**

初期投資（増加コスト）：１兆４２５億円

省エネ効果：１，８００億円

(3)導入促進に向けた対応について

日本において高効率モータの普及が進まない理由を、モータメーカ及びユーザメーカ、エンドユーザにそれぞれアンケート調査した結果のとりまとめを、以下に示す（資源エネルギー庁「平成21年度エネルギー消費機器実態等調査報告書」におけるモータメーカ・ユーザメーカ等へのアンケート調査結果より）。

(a) 初期投資が必要（機器価格が高い）

- 機器単価が高くなること（**IE3の場合、標準モータの20～60%増**）。
- モータを組み込む**ユーザメーカにとっては、製品コストがアップする一方、効率向上に伴うメリットがない**ことから、高効率モータを採用するインセンティブが働かない。

(b) エンドユーザへのPR不足（潜在需要が未開拓）

- 負荷変動が大きい用途を中心に**インバータの導入促進や負荷低減の取組が優先**され、モータ単体の高効率化に向けた取組が不十分。
- 現在稼働している寿命の長いモータを**買替えるインセンティブが働かない**。

(c) モータが故障しても、機器の互換性や緊急性が優先され、**仕様の異なる高効率モータを注文することは希**（特に中小企業）。

プレミアム効率モータを導入普及するために法規制を導入しても、エンドユーザへのコストアップの影響から、既設のモータ使用期間の長期化等により、全体として買い換え需要が後ろ倒しになるなど、当初の予定通りに進まない可能性がある。このため、法規制の導入とともに、こうしたエンドユーザの買い換え需要を促進する施策も合わせて検討し、モータメーカやユーザメーカの高効率モータ組み込み製品の市場化等の取組を後押しする必要があると報告されている。

(viii) 「電気料金の低減額」：155億kWh×20年×1/2＝1,550億kWh＝17,050億円

（全てのモータが置き換わった場合の年間の省エネ効果は155億kWh。最終ユーザへのアンケート結果、概ね20年程度を寿命として意識しているため、法規制開始後20年間で市場内の製品が全て置き換わると仮定し、20年間の便益は20年分×半量として算定。電力量単価は11円/kWhで算定。）

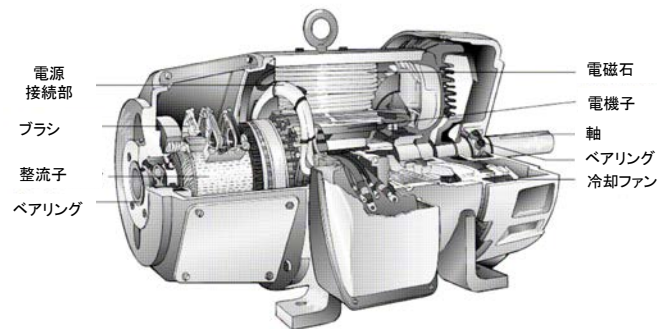
「CO_2削減効果による便益」：1,550億kWh×0.34kg-CO_2/kWh×2,000円/t-CO_2＝1,054億円

「省エネ効果」：「電気料金の低減額」＋「CO_2削減効果による便益」＝1,800億円

モータメーカへのアンケートによれば、標準効率モータに比べてIE2モータで2割、IE3モータで4割程度モータ単体の価格が上昇する見込みである。回収期間は、初期投資（増加コスト）1兆425億円を省エネ効果1800億円で除して算出した。

付録

(1) 直流電動機

直流電源から動力を得る電動機で、従来、精度の高いトルク制御及び速度制御を必要とする産業用途や直流電源しか利用できない用途に利用されてきた。しかし、近年のインバータ等の発展により、誘導電動機でも高精度用途において直流電動機と同様のトルク速度性能が実現できるようになったこと、またその誘導電動機の信頼性の高さから、直流電動機のシェアは低下している。

直流電動機

(a) 分巻直流電動機

固定子巻線が回転子巻線と並列になっている。負荷に関係なく、ほぼ同じ速度で動作し、過負荷の場合も低速化することはまれである。全負荷と無負荷の動作で、わずかな変動しかないため、定速が要求される用途には理想的な電動機である。

(b) 直巻直流電動機

固定子巻線が回転子と直列接続されている。直巻電動機のトルクは、電機子電流の 2 乗に比例して変動する。したがって、直流電動機の中では、1 アンペアあたり最大のトルクを実現する電動機である。結果として、このタイプの電動機はけん引作業やクレーンなど、全体電流の増加は穏やかだが、高トルクを必要とする用途に適している。

(c) 複巻直流電動機

巻線のある部分が直列、他の部分が並列に接続されている。分巻電動機と直巻電動機のそれぞれの良い特長を持ち合わせる電動機である。直巻電動機のように、始動時には追加トルクを持ち、分巻電動機のように、無負荷でも過剰な速度を出すこともない。負荷が突然あるいは周期的に変動する可能性があるが、定速が重要でない用途において使用される。

(2) 交流電動機

(a) かご形誘導電動機

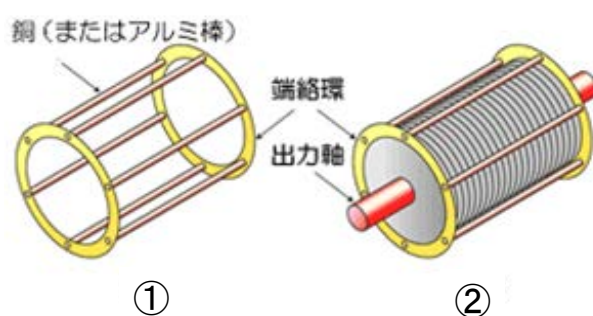
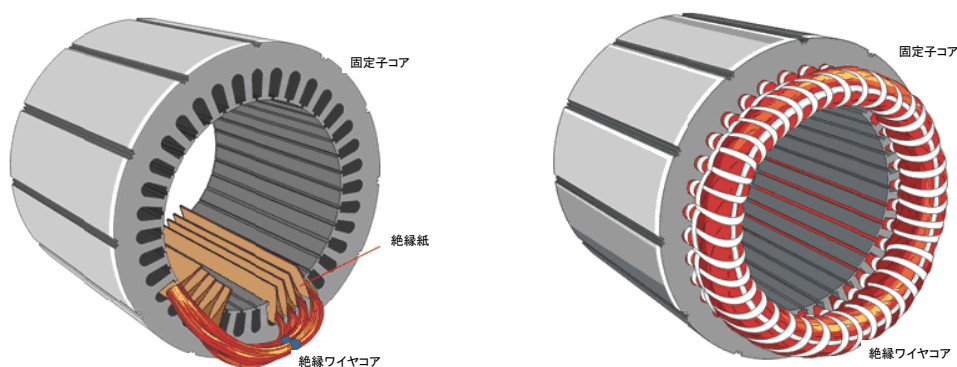
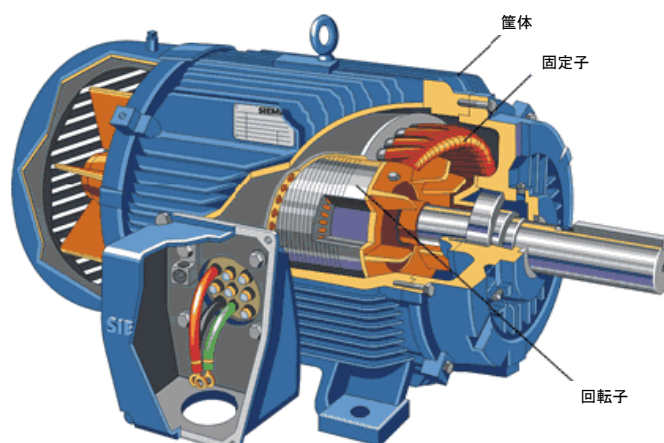
電磁誘導によって一次側(固定子)から二次側(回転子)に電力を送り、これを利用して動力を発生する電動機である。通常同期速度以下の速度で運転する。

一次側には回転磁界を発生させる固定子巻線を持っている。

回転子には、①のように 2 個の端絡環の間を多数の銅またはアルミの棒でつないで、

②のように成層鉄心の中に埋めたものを使用する。これをかご形回転子と呼び、かご形誘導電動機の名前の由来となっている。

かご形誘導電動機は構造が簡単、堅牢であり運転特性も良好である。しかし、全電圧始動時、定格の 5～8 倍の始動電流が流れるため、電源などの始動条件が問題となることがあり、電源に余裕のない場合は、スターデルタ始動等の減電圧始動を行う必要がある。

また、滑りによりトルクを得る原理上、速度制御は難しいという欠点があったが、近年のインバータの出現で容易にできるようになり、用途は大きく広がっている。種々の電動機の中でも安価で頑丈なため、最も広く利用されている電動機であり、汎用品の主要特性は世界中で標準化されている。

誘導電動機回転子

交流電動機の固定子

誘導電動機

(b) 巻線形誘導電動機

巻線形の構造は、かご形誘導電動機と回転子の構造が異なる。回転子鉄心のスロットに絶縁された三相巻線を施し、スリップリングを経てブラシによって外部に三相電流を導くような構造となっている。したがって、回転子の構造及び製作はかご形に比べてはるかに複雑となる。

しかし、この回転子を使用すれば、二次抵抗器を接続して始動電流を小さくし、始動トルクを大きくすることができるなど、特性を変化させることができる。また、速度制御が容易で、中形以上のポンプ用電動機として多く使用されている。

(c) 同期電動機

誘導電動機と同様に回転磁界を発生させる固定子巻線を持っている。また、回転子には直流電流を供給することでＮ，Ｓ極の磁極を作る界磁巻線を備えている。近年、回転子に永久磁石を用いるものが可変速電動機として普及してきており、永久磁石同期電動機（ＰＭモータ）と呼ばれる。

特長としては、力率を調整できる、誘導電動機に比べて効率が高い、負荷によらず回転速度が一定、エアギャップが誘導電動機よりも大きいので保守が容易といった点が上げられる。一方、欠点としては、設備費が高くなる、始動トルクが小さい、乱調を起こすおそれがあるといった点がある。

高い効率と力率制御性能により高電力定格に用いられている。また、非常に精度の高い速度制御が要求される、鋼板製造ラインや新聞印刷用の輪転機等、特殊用途に使用されている。

(d) 整流子電動機

一次巻線を回転子側に設ける回転子給電形と固定子側に設ける固定子給電形がある。

ブラシを移動させることにより、二次側電圧を調整し速度制御を行うことができる。固定子給電形の場合は、二次励磁装置として誘導電圧調整器を用いている。

特長としては、効率・力率が良好、始動特性が良い、同期速度以上の運転が可能等の点があるが、ブラシと整流子の保守が必要である。

規制の対象範囲(参考資料)

経済産業省 資源エネルギー庁

日本標準商品分類
標準三相誘導電動機
(分類コード:301223)

日本標準商品分類
非標準三相誘導電動機(70W以上)
(分類コード:301224)

省エネ法の対象範囲

JIS C 4034－30

単一速度三相かご形誘導電動機の効率クラス(IEコード)

適用除外

(1)特殊絶縁(①③)
(2)デルタスター始動方式(①③)
(3)舶用モータ (③)
(4)液中モータ (①②③)
(5)防爆形モータ (①③)
(6)ハイスリップモータ(①③)
(7)ゲートモータ (①③)
(8)キャンドモータ(①③)
(9)極低温環境下で使用するもの(①②)

※除外理由
①特殊な用途に使用されるもの、
②技術的な測定方法、評価方法が確立していないもの、
③市場での使用割合が極度に小さいものについては、適用除外

インバータ駆動専用のもののうち、基底周波数が50Hz±5%又は60Hz±5%のものについては含む

適用除外

(10) 他力通風形のもの(②③)

別紙1

エネルギー消費効率及び測定方法(参考資料)

トルク測定を行う負荷試験による漂遊負荷損の算定方法

・電動機をトルクメータを介して負荷機械に直結し、各損失を求め、入力P_1から全損失P_T分を差し引くことで、間接的に出力を算定し効率を求める方法

効率(%)=$(P_1-P_T)/P_1\times 100$

全損失P_T= **負荷損**(定格負荷温度試験の測定値から算出) + **漂遊負荷損**(負荷曲線試験の測定値から算出) + **固定損**(無負荷試験の測定値から算出)

負荷損

・電動機内の巻線での損失
・電動機の定格で、温度上昇の勾配が一定の熱平衡になるまで運転し、電圧、電流、抵抗等のデータからJISに定められた方法で算出。

漂遊負荷損

・負荷電流によって発生する損失
・電動機が熱平衡の状態で、6種の負荷を加え、各負荷の電圧、電流、抵抗等のデータからJISに定められた方法で算出。

固定損

・鉄心、軸受、冷却ファンの損失等
・負荷を外して、電圧を減少させ、いくつかの電圧値での、電流、抵抗等のデータからJISに定められた方法で算出

三相電源 可変変圧器 測定計器
電動機 トルクメータ 負荷機 回転計

三相電源 可変変圧器 測定計器
電動機

別紙2

参考　２

対象範囲について（補足）

　三相誘導電動機の対象範囲については別添１のとおりとするが、対象外となるもののうち、「機械（例えば、ポンプ、ファン及びコンプレッサ）に組み込まれ、機械から分離して試験ができないもの」の例を以下に示す。

（例）動力を用いる側と動力を発生させる側（電動機）のケーシングが一体となっている機械で、その機械を製造する際、電動機側について、電動機を構成する部品から組み立てるもの（電動機を単体（一体型）として組み込むタイプではないもの）。

［イメージ］

電気チェーンブロックの例

電動ウィンチの例

注意：以下に示すようなものは対象となる。
- 動力側と電動機側が一体のケーシングとなっておらず、カップリングを介して接続されているような電動機
- ブレーキモータ（カップリングなしに直接電動機軸に作用する電磁式ブレーキを備えた電動機）
- ギヤードモータ（カップリングなしに直接ギヤボックスに取り付けた電動機（すなわち、最初の歯車を電動機軸に固定した電動機））
- その他（機械から分離して試験ができる電動機）